

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

UEKI, S. et al.

Serial No. 09/985,805

Filed: November 6, 2001

For: REFLECTIVE DISPLAY DEVICE AND PRISM ARRAY  
SHEET

\* \* \* \* \*

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

It is respectfully requested that this application be given the benefit of the foreign filing date under the provisions of 35 U.S.C. §119 of the following, a certified copy of which is submitted herewith:

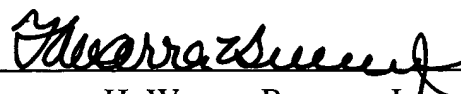
<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
2000-346279	Japan	14/11/2000
2001-319778	Japan	17/10/2001

Respectfully submitted,

NIXON & VANDERHYE P.C.

November 26, 2001

By:



H. Warren Burnam, Jr.

Reg. No. 29,366

HWB:lsb  
1100 North Glebe Road, 8th Floor  
Arlington, VA 22201-4714  
Telephone: (703) 816-4000  
Facsimile: (703) 816-4100

#2



本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月14日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-346279

出 願 人

Applicant(s):

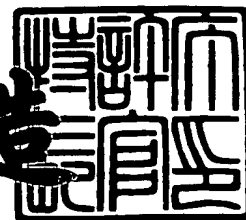
シャープ株式会社

09/985,805

2001年 8月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3076665

【書類名】 特許願

【整理番号】 00J03570

【提出日】 平成12年11月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02F 1/1335  
G02F 1/1333  
G02F 1/136

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 植木 俊

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 箕浦 潔

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 富川 昌彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100101683

【弁理士】

【氏名又は名称】 奥田 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 082969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 反射型表示装置およびプリズムアレイ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表示層と、

前記表示層の光が入射する側に配置された光学手段と、

前記表示層の前記光学手段とは反対側に配置された反射手段と、

を備えている反射型表示装置であって、

前記光学手段は、表示面に対して傾いている傾斜面を光の入射する側に有しており、それにより光源から表示装置に入射し、前記反射手段によって反射された光を実質的に表示面の法線方向に出射させることを特徴とする、反射型表示装置。

【請求項 2】 前記反射型表示装置は、前記反射手段によって反射された光を散乱させる散乱手段をさらに備えており、

前記光学手段、前記反射手段および前記散乱手段の組み合わせにより、光源から表示装置に入射し、前記反射手段によって反射された光を前記表示面のほぼ正面方向に出射させることを特徴とする、請求項 1 に記載の反射型表示装置。

【請求項 3】 前記表示面の法線方向から上側に傾いた方向から入射した光線が前記表示面のほぼ正面方向に出射することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の反射型表示装置。

【請求項 4】 前記反射型表示装置は、前記光学手段の前記表示層とは反対側に配置された光源をさらに備えており、

前記表示面の法線方向から光源側に傾いた方向から入射した光線が前記表示面のほぼ正面方向に出射する、請求項 1 または 2 に記載の反射型表示装置。

【請求項 5】 前記傾斜面の角度は、前記表示面の法線方向に対して約 10 度から約 45 度傾いた範囲から入射した光のいずれかが前記表示面の法線方向に出射するように設定されていることを特徴とする、請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 6】 前記傾斜面は前記表示面に対して所定角度傾いており、前記所定角度は 7 度以上であることを特徴とする、請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記

載の反射型表示装置。

【請求項 7】 前記光学手段は、前記傾斜面と、表示面に対して任意の角度を有し得る他の面とが交互に繰り返された形状を有する、請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 8】 前記光学手段の前記他の面は、表示面に対してほぼ 90 度の角度をなす面であることを特徴とする、請求項 7 に記載の反射型表示装置。

【請求項 9】 前記光学手段の前記他の面には反射層が形成されていることを特徴とする、請求項 7 または 8 に記載の反射型表示装置。

【請求項 10】 前記光学手段の前記他の面には吸収層が形成されていることを特徴とする、請求項 7 または 8 に記載の反射型表示装置。

【請求項 11】 前記傾斜面の前記表示面に対する角度は、前記表示面内で異なっていることを特徴とする、請求項 1 から 10 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 12】 前記傾斜面は曲面であることを特徴とする、請求項 1 から 11 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 13】 前記傾斜面の 1 つの面の法線ベクトルの向きが前記傾斜面の他の面の法線ベクトルの向きとは異なっていることを特徴とする、請求項 1 から 12 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 14】 前記光学手段は、複数のプリズムが配列されたプリズムアレイシートであり、プリズムのピッチが  $200\ \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする、請求項 1 から 13 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 15】 前記光学手段は、複数のプリズムが配列されたプリズムアレイシートであり、プリズムのピッチは  $5\ \mu\text{m}$  以上、かつ前記反射型表示装置の 1 つの画素のサイズの  $1/2$  以下であることを特徴とする、請求項 1 から 14 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 16】 前記反射型表示装置の画素は少なくとも第 1 の方向に配列されており、前記光学手段は、複数のプリズムが少なくとも第 2 の方向に配列されたプリズムアレイシートであり、前記第 1 の方向と前記第 2 の方向とは、約 5 度～約 85 度の角度をなすことを特徴とする、請求項 1 から 15 のいずれか 1 つに

記載の反射型表示装置。

【請求項 1 7】 前記光学手段の観察者側表面には、反射防止膜が形成されていることを特徴とする、請求項 1 から 1 6 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 1 8】 前記反射型表示装置は、前記光学手段の側方に設けられた光源をさらに有しており、前記光学手段は導光体として機能することを特徴とする、請求項 1 から 1 7 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 1 9】 前記光学手段は、可変の屈折率  $n_1$  を有する材料から形成されていることを特徴とする、請求項 1 から 1 8 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 2 0】 前記光学手段の屈折率が前記傾斜面の直上における媒体の屈折率よりも大きいときに、前記光学手段は、前記表示装置への入射光の光源とは反対側に前記傾斜面が向くように配置されていることを特徴とする、請求項 1 から 1 9 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 2 1】 前記光学手段の前記傾斜面は空気と接しており、前記傾斜面の前記表示面に対する角度  $\alpha$  および前記光学手段の屈折率  $n_1$  は、

$$2\alpha - \arcsin(\sin\alpha/n_1) < \arcsin(1/n_1)$$

を満足することを特徴とする、請求項 1 から 2 0 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 2 2】 前記表示面の法線方向から光が入射する場合の出射角  $\theta_{out}$  が、 $\theta_{out} = \arcsin[n_1 \cdot \sin\{2\alpha - \arcsin(\sin\alpha/n_1)\}] - \alpha$

を満足するときに、前記傾斜面の前記表示面に対する角度  $\alpha$  および前記光学手段の屈折率  $n_1$  は、

$$0^\circ < \arcsin[n_1 \cdot \sin\{2\alpha - \arcsin(\sin\alpha/n_1)\}] - \alpha < (90 - \alpha)^\circ$$

を満足することを特徴とする、請求項 1 から 2 1 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 2 3】 前記光学手段の前記傾斜面上には、保護シートが形成されていることを特徴とする、請求項 1 から 2 2 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 2 4】 前記光学手段の前記傾斜面は、透明基材によって平坦化されていることを特徴とする、請求項 1 から 2 0 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 2 5】 前記反射型表示装置は、前記表示層を挟持する一对の基板をさらに備えており、

前記光学手段は、前記一对の基板の一方と前記表示層との間に設けられていることを特徴とする、請求項 1 から 2 0 および 2 4 のいずれか 1 つの記載の反射型表示装置。

【請求項 2 6】 前記光学手段の前記傾斜面は、透明基材によって平坦化されており、前記光学手段の屈折率  $n_1$ 、前記透明基材の屈折率  $n_2$  および前記透明基材と接する空気の屈折率 (1.0) について、 $n_1 > n_2 > 1$  の関係にあるときに、前記光学手段の前記傾斜面の傾斜角  $\alpha$  が、

$$2\alpha - \arcsin(\sin \alpha \cdot n_2/n_1) < \arcsin(n_2/n_1)$$

$$\arcsin[(n_1/n_2) \cdot \sin \{2\alpha - \arcsin((n_2/n_1) \cdot \sin \alpha)\}] - \alpha < \arcsin(1/n_2)$$

の両方を満足することを特徴とする、請求項 1 から 2 0 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 2 7】 前記光学手段の屈折率が前記傾斜面の直上における媒体の屈折率よりも小さいときに、前記光学手段は、前記表示装置への入射光の光源に前記傾斜面が向くように配置されていることを特徴とする、請求項 1 から 1 9、2 4 および 2 5 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 2 8】 前記光学手段の前記傾斜面は、透明基材によって平坦化されており、前記光学手段の屈折率  $n_1$ 、前記透明基材の屈折率  $n_2$  および前記透明基材と接する空気の屈折率 (1.0) について、 $1 \leq n_1 < n_2$  の関係にあるときに、前記光学手段の前記傾斜面の傾斜角  $\alpha$  が、

$$\alpha < \arcsin(n_1/n_2)$$

$$\alpha - \arcsin[(n_1/n_2) \cdot \sin \{2\alpha - \arcsin((n_2/n_1) \cdot \sin \alpha)\}] < \arcsin(1/n_2)$$

の両方を満足することを特徴とする請求項 1 から 1 9、2 4、2 5 および 2 7 のいずれか 1 つに記載の反射型表示装置。

【請求項 2 9】 反射型表示装置に用いられるプリズムアレイであって、



前記反射型表示装置の観察者側に配置され、

前記反射型表示装置の表示面に対して傾いている傾斜面が観察者側に形成されており、前記傾斜面は空気と接しており、

前記表示面に対する前記傾斜面の角度  $\alpha$  および前記プリズムアレイの屈折率  $n_1$  は、

$$2\alpha - \arcsin(\sin\alpha/n_1) < \arcsin(1/n_1)$$

を満足することを特徴とする、プリズムアレイ。

【請求項 3 0】 前記傾斜面の角度  $\alpha$  が 7 度以上であることを特徴とする、請求項 2 9 に記載のプリズムアレイ。

【請求項 3 1】 前記傾斜面の角度は、前記表示面の法線方向に対して約 1 0 度から約 4 5 度傾いた範囲から入射した光のいずれかが前記表示面の法線方向に出射するように設定されていることを特徴とする、請求項 2 9 または 3 0 に記載のプリズムアレイ。

【請求項 3 2】 前記表示面の法線方向から前記反射型表示装置に光が入射する場合の主光線の出射角  $\theta_{out}$  が、

$$\theta_{out} = \arcsin[n_1 \cdot \sin\{2\alpha - \arcsin(\sin\alpha/n_1)\}] - \alpha$$

$$0^\circ < \theta_{out} < (90 - \alpha)^\circ$$

を満足することを特徴とする、請求項 2 9 から 3 1 のいずれか 1 つに記載のプリズムアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、反射光により映像を表示する直視型の反射型表示装置、および反射型表示装置とともに用いられるプリズムアレイに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、ノートパソコンなどの携帯用電子機器の表示装置として、外光を反射して表示を行なう反射型表示装置が実用化されており、例えば偏光板と凹凸形状の金属反射板を有する液晶表示装置が開発されている。この液晶表示装置の表示方

式は、電界で液晶層の複屈折を制御することにより表示を行う複屈折モードを利用しており、偏光板 1 枚のみを利用する構成を用いることが可能である。

【0 0 0 3】

しかしながら、この表示方式では、偏光板やカラーフィルターなどによる光の吸収が大きい上に、光源の正反射方向のみが明るくなるため、正反射方向から外れた方向では十分な明度が得られず、観察者が外部照明環境に合わせて表示装置の観察角度、観察位置を調整しなければ良好な表示が得られないという課題があった。また、この正反射方向は、表面反射と重なる方向であるため、視認性が悪いという課題もあった。

【0 0 0 4】

そこで、反射板の反射面を表示面に対して所定角度をなすように傾け、反射板による反射光が表示面の正反射と重ならない位置に届くように構成した反射型表示装置が、例えば特開平9-288271号公報に開示されている。

【0 0 0 5】

また、SID' 99 Digest P.954のように、凹凸反射板に傾斜を付けて観察者方向を明るくしようとする試みもなされている。

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記のような反射板が反射機能とオフアクシス機能を兼ねるような、特開平9-288271号公報やSID' 99 Digest P.954に開示されている反射型表示装置では、反射板に傾斜面を設けなければならないため、大きな段差を有する反射板を光変調層、すなわち液晶層の直下に形成しなければならず、液晶層のセル厚が均一化できないという問題が生じる。

【0 0 0 7】

そして、反射板形成後にこの段差を平坦化しようと試みると、反射板を透明樹脂などで平坦化した後に平坦化面に透明電極を形成する必要が生じてしまうなど、反射板の作製プロセスが複雑となってしまう。

【0 0 0 8】

さらに、このような反射型表示装置では、図 1 7 に示すように、反射板に傾斜

面をもたせることによって、観測者側の画素と反射板との距離が大きくなってしまふ。例えば、表示装置から光が出射する方向を入射方向から30度ずらせるためには、10度程度の傾斜を有する傾斜面を反射板に形成する必要がある。これにより、液晶層から反射板の傾斜面までの距離が大きくなるために、観察者側の画素との距離が大きくなり、観察者側の基板にカラーフィルターが形成されている場合には混色が生じてしまうという課題があった。

## 【0009】

一方、特開平9-288271号公報に開示されているように反射板を表示部と分けて作製し、表示部の外側背面に反射板を配置する方法に依れば、表示部と反射板との間隔が大きいため、表示の視差が大きな問題となると共に、入射する画素と出射する画素が異なる光線の量が大きくなるため、表示の明度と色純度が低下してしまうという課題があった。

## 【0010】

特開平8-95035号公報には、照明の正反射と表示に係る表示装置からの反射光とを分離するために表示装置の外側の観察者側にプリズムアレイを配置した反射型表示装置が開示されている。しかし、この表示装置では、通常観察者が映像の観察を行う表示装置正面方向の表示輝度がほとんど得られず、実質的に暗い表示しか得られないという課題があった。

## 【0011】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、表示装置の正面方向に位置する観察者に輝度の高い表示を提供することのできる反射型表示装置を提供することにある。

## 【0012】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の反射型表示装置は、表示層と、前記表示層の光が入射する側に配置された光学手段と、前記表示層の前記光学手段とは反対側に配置された反射手段とを備えている反射型表示装置であって、前記光学手段は、表示面に対して傾いている傾斜面を光の入射する側に有しており、それにより光源から表示装置に入射し、前記反射手段によって反射された光を実質的に表示面の法線方向に出射させ

、そのことにより上記目的を達成する。

【0013】

前記反射型表示装置は、前記反射手段によって反射された光を散乱させる散乱手段をさらに備えており、前記光学手段、前記反射手段および前記散乱手段の組み合わせにより、光源から表示装置に入射し、前記反射手段によって反射された光を前記表示面のほぼ正面方向に出射させてもよい。また前記反射型表示装置において、前記表示面の法線方向から上側に傾いた方向から入射した光線が前記表示面のほぼ正面方向に出射してもよい。

【0014】

前記反射型表示装置は、前記光学手段の前記表示層とは反対側に配置された光源をさらに備えており、前記表示面の法線方向から光源側に傾いた方向から入射した光線が前記表示面のほぼ正面方向に出射してもよい。

【0015】

前記傾斜面の角度は、前記表示面の法線方向に対して約10度から約45度の範囲から入射した光のいずれかが前記表示面の法線方向に出射するように設定されていてもよい。好ましくは、前記傾斜面は前記表示面に対して所定角度傾いており、前記所定角度は7度以上である。

【0016】

前記光学手段は、前記傾斜面と、表示面に対して任意の角度を有し得る他の面とが交互に繰り返された形状を有してもよい。好ましくは、前記光学手段の前記他の面は、表示面に対してほぼ90度の角度をなす面である。また、前記光学手段の前記他の面には反射層が形成されていてもよく、吸収層が形成されていてもよい。また、前記傾斜面の前記表示面に対する角度は、前記表示面内で異なってもよい。また、前記傾斜面は曲面であってもよい。さらに、前記傾斜面の1つの面の法線ベクトルの向きが前記傾斜面の他の面の法線ベクトルの向きとは異なってもよい。

【0017】

本発明の一実施形態においては、前記光学手段は、複数のプリズムが配列されたプリズムアレイシートであり、プリズムのピッチが200 $\mu$ m以下である。好

ましくは、前記プリズムのピッチは  $5 \mu\text{m}$  以上、かつ前記反射型表示装置の 1 つの画素のサイズの  $1/2$  以下である。また、前記反射型表示装置の画素は少なくとも第 1 の方向に配列されており、前記光学手段は、複数のプリズムが少なくとも第 2 の方向に配列されたプリズムアレイシートであり、前記第 1 の方向と前記第 2 の方向とは、約 5 度～約 85 度の角度をなしてもよい。

【0018】

前記光学手段の観察者側表面には、反射防止膜が形成されていてもよい。

【0019】

本発明の一実施形態においては、前記反射型表示装置は、前記光学手段の側方に設けられた光源をさらに有しており、前記光学手段は導光体として機能する。

【0020】

前記光学手段は、可変の屈折率  $n_1$  を有する材料から形成されていてもよい。

【0021】

前記光学手段の屈折率が前記傾斜面の直上における媒体の屈折率よりも大きいときに、前記光学手段は、前記表示装置への入射光の光源とは反対側に前記傾斜面が向くように配置されていてもよい。また、前記光学手段の前記傾斜面は空気と接しており、前記傾斜面の前記表示面に対する角度  $\alpha$  および前記光学手段の屈折率  $n_1$  は、

$$2\alpha - \arcsin(\sin\alpha/n_1) < \arcsin(1/n_1)$$

を満足してもよい。

【0022】

前記表示面の法線方向から光が入射する場合の出射角  $\theta_{\text{out}}$  が、

$$\theta_{\text{out}} = \arcsin[n_1 \cdot \sin\{2\alpha - \arcsin(\sin\alpha/n_1)\}] - \alpha$$

を満足するときに、前記傾斜面の前記表示面に対する角度  $\alpha$  および前記光学手段の屈折率  $n_1$  は、

$$0^\circ < \arcsin[n_1 \cdot \sin\{2\alpha - \arcsin(\sin\alpha/n_1)\}] - \alpha < (90 - \alpha)^\circ$$

を満足してもよい。

【0023】

前記光学手段の前記傾斜面上には、保護シートが形成されていてもよい。

【 0 0 2 4 】

前記光学手段の前記傾斜面は、透明基材によって平坦化されていてもよい。

【 0 0 2 5 】

前記反射型表示装置は、前記表示層を挟持する一对の基板をさらに備えており、前記光学手段は、前記一对の基板の一方と前記表示層との間に設けられていてもよい。

【 0 0 2 6 】

前記光学手段の前記傾斜面は、透明基材によって平坦化されており、前記光学手段の屈折率  $n_1$ 、前記透明基材の屈折率  $n_2$  および前記透明基材と接する空気の屈折率 (1.0) について、 $n_1 > n_2 > 1$  の関係にあるときに、前記光学手段の前記傾斜面の傾斜角  $\alpha$  が、

$$2\alpha - \arcsin(\sin \alpha \cdot n_2/n_1) < \arcsin(n_2/n_1)$$

$$\arcsin[(n_1/n_2) \cdot \sin \{2\alpha - \arcsin((n_2/n_1) \cdot \sin \alpha)\}] - \alpha < \arcsin(1/n_2)$$

の両方を満足してもよい。

【 0 0 2 7 】

前記光学手段の屈折率が前記傾斜面の直上における媒体の屈折率よりも小さいときに、前記光学手段は、前記表示装置への入射光の光源に前記傾斜面が向くように配置されていてもよい。

【 0 0 2 8 】

前記光学手段の前記傾斜面は、透明基材によって平坦化されており、前記光学手段の屈折率  $n_1$ 、前記透明基材の屈折率  $n_2$  および前記透明基材と接する空気の屈折率 (1.0) について、 $1 \leq n_1 < n_2$  の関係にあるときに、前記光学手段の前記傾斜面の傾斜角  $\alpha$  が、

$$\alpha < \arcsin(n_1/n_2)$$

$$\alpha - \arcsin[(n_1/n_2) \cdot \sin \{2\alpha - \arcsin((n_2/n_1) \cdot \sin \alpha)\}] < \arcsin(1/n_2)$$

の両方を満足してもよい。

【 0 0 2 9 】

本発明のプリズムアレイは、反射型表示装置に用いられるプリズムアレイであって、前記反射型表示装置の観察者側に配置され、前記反射型表示装置の表示面

に対して傾いている傾斜面が観察者側に形成されており、前記傾斜面は空気と接しており、前記表示面に対する前記傾斜面の角度 $\alpha$ および前記プリズムアレイの屈折率 $n_1$ は、

$$2\alpha - \arcsin(\sin\alpha/n_1) < \arcsin(1/n_1)$$

を満足し、そのことにより上記目的を達成する。

#### 【0030】

好ましくは、前記傾斜面の角度 $\alpha$ が7度以上である。あるいは、前記傾斜面の角度は、前記表示面の法線方向に対して約10度から約45度の範囲から入射した光のいずれかが前記表示面の法線方向に出射するように設定されている。また、前記表示面の法線方向から前記反射型表示装置に光が入射する場合の主光線の出射角 $\theta_{out}$ が、

$$\theta_{out} = \arcsin[n_1 \cdot \sin\{2\alpha - \arcsin(\sin\alpha/n_1)\}] - \alpha$$

$$0^\circ < \theta_{out} < (90 - \alpha)^\circ$$

を満足してもよい。

#### 【0031】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の反射型表示装置の実施形態を説明する。

#### 【0032】

##### (実施形態1)

図1は、本発明の第1の実施形態における反射型液晶表示装置1の構成を示す断面図である。本実施例では、プリズムシートの傾斜面が空気と界面を接する場合について述べる。反射型液晶表示装置1は、一枚偏光板モードの反射型液晶表示装置の前面にプリズムアレイを配置した構成を有する。図1に示すように、液晶層2は一对の基板3、4に挟持されている。観察者側の基板3の液晶層側表面には、透明電極6および配向膜7が形成され、対向基板4の液晶層側表面には、凹凸形状の樹脂層8、画素反射電極9、および配向膜10が形成されている。液晶層2としては、誘電異方性が正のネマチック液晶が封入されており、配向膜の配向処理方向に従ってツイストしながら配向されている。樹脂層8の下には、例えばTFTやMIM等のアクティブ（スイッチング）素子11がマトリクス状に

配設され、これによって画素ごとにスイッチングが行われる。

#### 【0033】

このように、表示装置1の基板3、4のそれぞれの液晶層側には電極6、9が設けられているので、表示装置1に電界を印加すると、基板3、4に対して垂直方向に電界がはたらき、液晶分子の配向状態が変化するためスイッチングが行われる。なお、本実施形態では、上下基板間のセル厚は $4.5\mu\text{m}$ とした。また、反射手段・散乱手段として機能する凹凸形状を有する画素反射電極0は、正反射方向を中心に等方的な散乱性を有するように形成した。

#### 【0034】

観察者側基板3の観察者側表面には適当な位相差板12、偏光板13、およびプリズムアレイ14がこの順に適当な角度で配置されている。ここで、プリズムアレイ14は表示面に対して傾いた面を有し、その面の境界前後で屈折率が異なる透明基材である。なお、表示装置1の表示方式はTN、STN、ECB等のいずれであっても良い。位相差板12、偏光板13、およびプリズムアレイ14は、適当な粘着層によって表示装置1の観察者側に貼り付けられてもよい。

#### 【0035】

図1に示されるように、表示装置1の観察者側表面にプリズムアレイ14が設けられていることにより、表示装置1の内部に入射した光の主光線（実線矢印）は、正反射方向（図中左方に向いた矢印の方向）とは異なる方向（表示面の法線方向に近い方向）へ出射することができる。したがって、照明の正反射と表示とが重なることが無いので、表示の視認性が向上する。

#### 【0036】

本実施形態1の基本構成は、プリズムアレイ14が配設されている以外の点では、従来の反射型一枚偏光板方式の液晶表示装置の構成と同じであり、表示の動作はプリズムアレイ14を配置しない場合と同様に行われる。

#### 【0037】

表示装置1の前面（観察者側）に配置されたプリズムアレイ14の表面は、表示面に対して所定角 $\alpha$ だけ傾いた面（傾斜面）と、特に角度の規定されないもう一方の面とが交互に繰り返された「鋸刃形状」をしている。なお、各傾斜面とプ



リズム底面との距離が一方向に沿って徐々に拡大し、プリズムが全体として略楔型形状を有するものであっても良い。このような形状のプリズムアレイ 14 を配置することにより、表示装置に入射した光の主光線を、表示装置の前面部での正反射とは異なる方向へ方向を曲げて出射させることができるので、反射主光線の向きと外部照明の正反射とをはっきりと分離することが可能になる。

## 【 0 0 3 8 】

さらに、プリズムアレイ 14 の傾斜面の傾斜角  $\alpha$ 、プリズム基材の屈折率  $n_1$ 、およびプリズムピッチが刻まれている方向などを適当に設定すれば、観察者方向の表示輝度を適切に向上させることができる。ただし、このとき、プリズムアレイ 14 の形状はプリズムの傾斜角  $\alpha$  とプリズム基材の屈折率  $n_1$  によって「主となる照明（光源）から入射した光が観察者方向に出射し得」なければならない。これは、逆に考えると「観察者側の観察者方向から入射した光線が、プリズムアレイから出射する際に全反射されずに再度観察者側へ出射され得る」条件である。

## 【 0 0 3 9 】

上記の条件を、プリズムアレイ 14 の傾斜面が外部（空気）と接するように配置されている場合について考える。具体的には、表示装置の法線方向を観察者方向として、観察者方向に出射する光線の経路を逆に辿り、観察者（法線）方向から光を入射させて、その光線が表示装置から再度出射し得るかどうかを検討する。

## 【 0 0 4 0 】

表示装置の法線方向からの光線は、まず最前面のプリズムアレイ 14 の傾斜面で屈折され、表示装置 1 に入射する。このとき、屈折される角度は、プリズムアレイ 14 の傾斜角  $\alpha$  と屈折率  $n_1$  によって決まる。表示装置 1 に入射した光線は、表示装置 1 内の反射板によって散乱・反射されるが、主光線はその正反射方向に向きを変えて、再度プリズムアレイ 14 の傾斜面に到達する。このとき、主光線がプリズムアレイ 14 の傾斜面に達する角度  $\phi$  が空気界面における全反射角  $\arcsin(1/n_1)$  より小さければ、図 2 (a) に示すように、主光線は再度観察者側へ出射されることになる。スネルの法則によって、

$$\phi = 2\alpha - \arcsin(\sin\alpha / n_1) \quad (1)$$

であることが導き出せるので、

$$2\alpha - \arcsin(\sin\alpha / n_1) < \arcsin(1/n_1) \quad (2)$$

が、観察者方向（すなわち、表示装置の法線方向）から入射した光線が、再度観察者側へ出射されるために、プリズムアレイの形状および基材の屈折率に必要とされる条件となる。一方、反射面で反射された主光線がプリズムに到達する角度 $\phi$ が全反射角より大きければ、図2（b）に示すようにこの主光線はプリズム界面で全反射されてしまい、観察者側に戻ることができない。このため、表示は暗くなってしまう。

#### 【0041】

したがって、プリズムアレイ14の直上の媒体が空気であり、かつ、反射板が正反射方向を中心に反射を起こすものである場合には、傾斜面の表示面に対する角度 $\alpha$ とプリズムアレイ14の屈折率 $n_1$ とが上記式（2）を満足する必要がある。

#### 【0042】

反射表示装置において、輝度の高い表示を行うためには、上述した主光線の出射角度が重要な意味を持つ。先に述べたように、「主となる照明から入射した光が観察者方向に出射し得る」ということは、逆に考えると「観察者方向（表示装置の法線方向）から入射した光線が、出射する際に全反射されずに再度観察者側へ出射され得る」ということであるので、表示装置法線方向からの入射光の主光線が出射する方向に主となる照明が存在するようにプリズムアレイを設計することが望ましい。

#### 【0043】

反射表示装置においては、また、表示の明るさは観察環境における照明光の位置と、その分布に大きく依存するので、照明光の存在する確率の高い方向から光を取り込むような設定とすれば、高い確率で輝度の高い表示を得ることが出来る。しかし、表示パネルが外部照明を見込む角度は、パネルの使用用途や使用角度によって大方決まってくるので、使用用途によってプリズムの傾斜角や屈折率を決定して、主となる照明が存在する確率が高い方向に適当に出射方向を設計することが好ましい。

## 【 0 0 4 4 】

さらに、図 2 (a) からわかるように、プリズムアレイ 1 4 が空気と接するように配置されている場合、観察者方向（表示装置の法線方向）から入射した主光線は傾斜面が向いている方向とは異なる方向に出射する。つまり光路を逆に考えると、表示装置の法線方向に主光線を出射させるためには、傾斜面が向いている方向とは異なる方向から主光線が入射してくるようにプリズムアレイ 1 4 を配置すればよいことになる。もし傾斜面が向いている方向から主光線が入射すると、主光線は正反射の方向よりも広角側に出射してしまい、観察者方向（表示装置の法線方向）には出射しない。より具体的には、観察者が表示装置の法線方向から表示を見る場合に、光線が表示面の上方（表示面の法線方向から上に 0 度～90 度の方向）から入射するような環境では、傾斜面が表示面の下方（表示面の法線方向から下に 0 度～90 度の方向）を向くようにプリズムアレイ 1 4 を配置し、光線が表示面の下方から入射するような環境では傾斜面が表示面の上方を向くようにプリズムアレイ 1 4 を配置すればよい。

## 【 0 0 4 5 】

前述した特開平 8-95035 号公報に記載されている反射型表示装置では、図 3 に示すように、傾斜面の法線方向に近い方向に光源が配置されることを前提としており、主光線は表示面の法線方向から大きく外れた方向に出射させられる。この場合、表示装置の正面方向の表示輝度は十分に得られない。これに対し、本発明の実施形態において、表示パネルに入射する光の主なものは、図 1 に示すように、傾斜面の法線方向から十分傾いた角度をなすようにプリズムに入射し、主光線は表示装置の略正面方向に出射するため、表示装置の正面方向における表示輝度が向上することになる。

## 【 0 0 4 6 】

なお、先にも述べたように、外部の光を反射して表示を行なう反射型表示装置においては、表示装置の用途に応じて照明が存在する角度が異なり、光源の存在確率の高い角度範囲が存在することが想定されるので、表示装置の使用目的に応じてその上に配置するプリズムアレイの光の取込み角度を適当に設定し、その角度からの入射光を観察者方向に返すように設計すれば、観察者は輝度が高く、か

つ視認性の高い表示を観察することができる。反射型表示装置は、その薄型軽量、ロングバッテリーという特徴を生かして、携帯用途のノートパソコン、情報携帯端末などの機器のモニターとして用いられるケースが高い。このことを考慮すると、目的である高輝度な表示を行うためには、まず、こうした機器の使用角度や照明環境に関して考察する必要がある。

## 【 0 0 4 7 】

例えば、ノートパソコン用のモニターの場合、図 4 (a) に示すように、使用者は比較的大きな角度（水平面に対して 70 度程度）傾けて使用するのが一般的であるので、観察者のいない、表示面の法線方向から上側に 0 度～90 度傾いた方向から外光が入射する確率が高いと推測できる。さらに、プリズムの傾斜角  $\alpha$  を考慮すると、ノートパソコン用途の場合は、観察者（表示装置法線方向）から入射した光の主光線の出射角度  $\theta_{out}$  を 0 度～(90 -  $\alpha$ ) 度の範囲に入るようにプリズムアレイの傾斜角  $\alpha$  と屈折率を持つように設計すれば良いと言える（ここで、 $\theta_{out} = \arcsin[n_1 \cdot \sin\{2\alpha - \arcsin(\sin\alpha/n_1)\}] - \alpha$  である）。

## 【 0 0 4 8 】

一方、情報携帯端末のように、比較的小さな角度（水平面に対して 30 度程度）傾けて使用するのが一般的な機器（図 4 (b)）では、ノートパソコンの場合よりは低角から外部光が入射する確率が高いことが想定されるので、出射角度  $\theta_{out}$  がもう少し小さくなるようにプリズムアレイを設計すればよい。表示パネルの使用環境によって照明環境もまちまちであるが、特別に照明装置を具備しない反射型表示装置の場合、一般的に照明は空や天井の照明のように上側にあることと、観察者が影となって表示パネルの法線方向より下側からは外部光源が入射し難いことを考えると、光源は表示パネルの法線方向より上側に求めるのが妥当である。つまり、通常の条件下では、観察者方向（表示装置の法線方向）から入射した主光線の出射角度  $\theta_{out}$  は、観察者が表示装置を用いる方位とは反対側の 1/4 球方向にやや片寄っていることが望ましい。プリズムアレイが傾斜角  $\alpha$  を有することを考慮すると、これは、すなわち、0 度 <  $\theta_{out}$  < (90 -  $\alpha$ ) 度であることを意味する。

## 【 0 0 4 9 】

このような条件でプリズムアレイの傾斜角の向き、角度、および屈折率を設計することによって、実際のパネル使用環境下において輝度の高い表示を実現することができる。

## 【 0 0 5 0 】

本願発明者らは、表示装置の様々な用途を考慮して、表示装置の法線方向から光が入射するときの出射角の好ましい範囲を検討した。その結果、ノートパソコン用途の場合には、出射角が約 1 5 度から約 4 5 度の範囲で輝度の高い表示を実現することができることがわかった。また、携帯情報端末のように、水平面に対する表示面の角度が比較的小さい角度であるような場合には、上述したように、ノートパソコンの場合よりも低角で外部からの光が表示装置に入射する。したがって、表示装置の法線方向から光が入射すると考えたときの出射角は、ノートパソコンの場合よりも小さくてもよく、本願発明者らの検討によれば 1 0 度以上であれば輝度の高い表示を実現できることがわかった。

## 【 0 0 5 1 】

このように、輝度の高い表示を得るためには、表示装置の法線方向から光が入射すると考えたときの出射角が 1 0 度以上であればよい。このような出射角は、プリズムアレイ 1 4 が実用的な屈折率（1. 3 ～ 1. 7）を有し、空気と接する場合には、表示面に対する傾斜角  $\alpha$  が 7 度以上であるようなプリズムアレイ 1 4 を用いることによって実現することができる。

## 【 0 0 5 2 】

実際にパネルを使用する条件を想定して複数の実環境下にパネルを適当な角度傾けて設置し、プリズムを配設した場合とそうでない場合とでパネル正面で輝度を比較測定した結果を（表 1）にまとめた。その結果、パネル表面にプリズムアレイを配設した方が配設しない場合よりも 1. 2 ～ 1. 9 倍の高い値が得られ、本発明の効果があることを確認できた。

## 【 0 0 5 3 】

【表 1】

測定環境	室内A(会議室)	室内B(窓際)	自動車内	屋外(晴天)
輝度向上度(従来例比)	1.5	1.3	1.9	1.2

## 【 0 0 5 4 】

本実施形態においては、表示装置の使用角度および表示装置外部の照明環境を考慮し、主となる光源から表示装置に入射した光を前記プリズムアレイの作用のみによって観察者方向に出射するように設計した表示装置について述べた。しかし、照明（光源）の位置と分布は、表示装置の設置される使用場所、照明環境などに依存して非常に複雑かつ多様である。実施形態1のように正反射を中心とした等方的な散乱性を有する散乱手段・反射手段とを用いた場合、プリズムアレイの向きと傾斜角度、屈折率を調整するだけでは、従来に比べて観察者にとっての表示の輝度は向上するが、表示装置が照明を取り込む角度分布をそれ以上理想とするものに近づけられない。より複雑な照明の取り込み角度分布を実現し、多様な使用環境で明度の高い表示が得られるようにこれを最適化するためには、散乱手段および反射手段に依る散乱反射特性に異方性を付与したり、ゲインを調整するなどの必要がある。さらに、その反射手段と散乱手段とにプリズムアレイを組み合わせて、すなわち、プリズムアレイと反射手段と散乱手段との総合的な作用によって、主となる光源から表示装置に入射した光を正反射とは異なる観察者方向に出射するように設計することが望ましい。

## 【 0 0 5 5 】

実施形態1で用いているプリズムアレイ14は、表示面に対して所定角 $\alpha$ 傾いた面と、特に角度の規定されないもう一方の面とが交互に繰り返された鋸刃形状をしているが、これは基材であるアクリル樹脂 ( $n_1=1.492$ ) を型押しすることによって作製される。プリズムの基材としてはアクリル樹脂に限らず、帝人社製 PEN ( $n_1=1.66$ ) やJSR製アトーンF ( $n_1=1.51$ )、任意の屈折率を持つUV硬化性樹脂なども使用できる。これ以外にも透明性、成形加工性、機械強度を兼ね備えた材質が適用でき、プラスチック以外でもガラスや弗化マグネシウムなどが適用可能である。ただし、プリズムアレイを配置することによって、プリズムアレイ界面の界面反射が生じるので、これを防止するために、プリズムアレイの屈折率はそれを添付する偏光板やガラス基板とできる限りマッチングしていることが望ましい。

## 【 0 0 5 6 】

なお、プリズムアレイ 14 の表面は、樹脂などで平坦化することなく、そのまま用いている。すなわち、プリズムアレイ 14 は空気 ( $n=1.0$ ) と界面を接する傾斜面を有している。更に、本実施形態では、プリズムのピッチは  $65\mu\text{m}$  とし、傾斜面は傾斜角  $\alpha=25$  度の平面とした。プリズムのもう一方の面は表示面に対して直角であるように形成している。この場合、表示面の法線方向から入射した光線の主光線は、プリズム傾斜面に角度  $\phi=33.5$  度で到達し、空気界面で屈折して、パネル外部へ  $\theta_{\text{out}}=30.5$  度で出射してゆく。すなわち、本実施形態では、表示面の法線方向から入射した光線のプリズム界面における到達角  $\phi$  は、全反射角  $42.1$  度より十分小さく、かつ、出射角度  $\theta_{\text{out}}$  は  $0\text{度}<\theta_{\text{out}}<75\text{度}$  となっている。本実施形態では、プリズムアレイ 14 の裏面（鋸刃形状ではない面）に屈折率がマッチングする粘着層を配し、これを偏光板上に貼り付けている。

## 【0057】

以上、実際の環境下で外部照明だけでパネルを使用することを考え、光源の存在を表示面の法線の上側すなわち、観察者の向こう側に求める例を述べたが、パネルに付随して予め照明装置を具備する反射型表示装置においてはこの限りではない。例えば、図 5 に示すように、表示部 21 の下方に位置する入力部 22 に開閉型の外部照明 23 を具備するノートパソコンなどの情報機器 20 において、外部照明 23 を点灯する場合については、プリズムアレイ 14 の傾斜角  $\alpha$  を有する傾斜面が表示パネルのほぼ上方向を向くように配設した方が、プリズムアレイがパネル下方向から入射した光を観察者方向に出射する働きをするので輝度向上の効果があつた。

## 【0058】

なお、プリズムアレイの傾斜角  $\alpha$  で規定されないもう一方の面の角度は、特に角度に制約があるわけではないが、実施形態 1 でそうしたように、表示面に対して直角程度の角度を成していることが望ましい。これは、表示を観察したときに観察者がこの面を見込む面積を最小にする観点と、この面が光源を見込む面積を小さくすることで表示における光のロスを最小限に抑える観点から望ましいと言える。

## 【0059】

また、表示面内でプリズムの傾斜角度を徐々に変化させてもよい。これについて図6を参照しながら説明する。表示パネルは平面であるため、その上部と下部では照明25（特に点光源）を見込む角度が異なる。表示パネルを観察する際に特定の点光源に近い照明しか存在しない照明環境においては、表示パネルの表示面内の座標によって光線がそれぞれ異なる角度でパネルに入射するため、それぞれの座標で観察者に返す光量に差異が生じて、表示エリア内で輝度分布が生じてしまう。そこで、図6に示すように、表示面内でプリズムの傾斜角度を徐々に変化させ、パネル全面が観察射方向へ光を返すように設計すれば、パネル全面における輝度ムラを無くし、視認性の良い表示を実現することができる。

## 【0060】

一般的には、図6に示したように、光源25を見込む角度はパネル上部より下部の方が大きくなるので、パネル上部から下部に向かうに従って徐々にその傾斜角を大きくすれば良い。このように表示面内で傾斜面角度を変える手段は、特に表示面が大きく、パネルの設置場所、設置角度、および光源の位置が決まっている据え置き型の表示装置のような場合に有効である。

## 【0061】

また、実施形態1では、プリズムの傾斜面が平面であるものについて記載したが、本発明はこれに制限されるものではなく、プリズム傾斜面は曲面であっても良い。適用可能な傾斜面の形状を図7（a）～（d）に例示する。プリズム傾斜面は、図7（a）に示すような平面以外に（b）～（d）に示すような曲面であってもよく、曲面の形状は、凸状曲面（図7（b））であっても、凹状曲面（図7（c））であっても構わないし、凸状部分と凹状部分が混在（図7（d））するものでも良い。ただし、曲面の傾き角は、パネル法線方向からの入射光が再度外部へ出射し得る範囲内で作製されなければならない。

## 【0062】

このような、曲面形状のプリズムを用いることは、プリズムの傾斜角に分布を付けることと同様の意味を持つので、主光線の出射方向にも分布が生じ、その結果、パネルが光源を取込む角度が縦方向に広がる効果がある。より具体的には、



曲面プリズムの傾斜角が小さな箇所に入射した光線は低角側に出射し、傾斜角が大きな箇所に入射した光線はより広角側に出射する。

## 【 0 0 6 3 】

また、プリズムアレイの形状に関しても上記の例ではストライプ状に鋸刃形状が形成され、法線方向が特定の一方方向を向いている場合についてのみ述べたが、本発明はこれに限定されない。プリズムアレイの傾斜角を20度と固定し、傾斜面の法線ベクトルの向く方向を複数にした場合に関して検討を行った。具体的には、プリズムアレイのもう一方の面は、観察方位から反射側基板を観察したときに、直接観察されないように、その面を表示面に対して垂直になるように形成した。プリズム形状に関しては、平面に最密充填し得る形状が光の有効利用が出来る観点から好ましいと言える。図8(a)、(b)および図9(a)、(b)に実際に検討したプリズムアレイの形状を示す。図8(b)および図9(b)における矢印は、各プリズム傾斜面上において、プリズム底面に近い側から遠い側に向かって延びている。

## 【 0 0 6 4 】

実施形態1に記載の液晶表示装置にこれらのプリズムアレイを配置して、反射輝度の投光軸の方位角依存性を測定した結果、方位角方向へ光の取り込み角の分布が広がる効果を確認することが出来た。

## 【 0 0 6 5 】

以上のように、傾斜面の法線ベクトルの向く方向（特に方位角方向）を複数にして、異方性を持たせることにより、本反射型液晶表示装置の方位角方向の視野角依存性が向上することがわかった。

## 【 0 0 6 6 】

本実施形態では、形成された傾斜面の形状は、以上に述べた二通りであったが、やはりこれに限るわけではなく、傾斜面の構造体の一単位に対して、それぞれの面の法線ベクトル方向を使用用途とその照明環境に合わせて適当に設計することで表示の輝度を向上することができる。

## 【 0 0 6 7 】

また、この表示面に対して直角程度の角度を成している面に吸収層を設けるこ

とで、表示の視認性が向上する効果が認められた。図 1 0 を参照してこの効果を説明する。吸収面が無い場合には、図 1 0 (a) に示すように、この面から入射した光線は所定角  $\alpha$  の傾斜面から入射した光線とは別の光路を辿り、迷光となって観察者方向（表示装置の法線方向）とは異なる方向に出射するが、これは全く表示に影響しないわけではなく、表示装置を観察する角度によっては、この迷光の一部が観察者の目に入り、表示に少なからず影響を与える。これを防ぐために、本実施形態では、図 1 0 (b) に示すように、表示面に対して直角程度の角度を成している面に吸収層 3 1 を設け、迷光を吸収するように構成した。その結果、表示に影響を与えていた不要な光が吸収層でカットされ、表示の視認性が向上した。

## 【 0 0 6 8 】

また、この表示面に対して直角程度の角度を成している面に反射層を設けると、表示の明度が向上する効果が認められた。図 1 0 (a) に示すように反射層が無い場合は、この面から入射した光線は所定角  $\alpha$  の傾斜面から入射した光線とは別の光路を辿り、迷光となって、表示の輝度向上には寄与することが無かった。しかし、反射層 4 1 を設けると、図 1 0 (c) に示すように、表示面に対して直角程度の角度をなしている面に入射した光を観察者方向（表示装置の法線方向）に近い方向へ出射させることができる。したがって、表示の輝度が見かけ向上する。なお、この反射層 4 1 は、形成したプリズムにマスクを用い、斜め蒸着を施すことによって作製した。

## 【 0 0 6 9 】

さらに、本願発明者らは好ましいプリズムのピッチに関しても検討を行った。本願発明者らの行なった調査によれば、観察者は液晶表示装置を 3 0 c m 程度離して使用するという結果が得られており、また一方で、一般的な視力の持ち主では 3 0 c m の観察距離で表示装置の画素ピッチ (2 0 0  $\mu$  m) を認識することが困難である。すなわち、プリズムアレイの周期を、3 0 c m 離して表示装置を使用する観察者が認識できないようにするためには、プリズムピッチを最低でも画素ピッチ以下にすれば良いことになる。実際にピッチ幅の検討を行った結果、やはり、プリズムピッチが画素ピッチより大きい場合は、パネルを観察した時にブ

リズムのストライプ縞が目立ってしまい、表示の視認性が著しく低下することが分かった。プリズムピッチが画素ピッチ以下であれば、液晶表示装置を通常使用するような距離で観察した場合、殆どこの縞を確認することができず、表示の質を悪化させるようなことは無かった。すなわち、プリズムアレイのピッチは画素ピッチ以下であることが望ましい。

## 【 0 0 7 0 】

また、表示パネルを観察した時、プリズムの周期構造と表示装置の画素パターンとが干渉してモアレ縞が生じる場合があるため、さらに詳しくプリズムのピッチと向きに関して検討を加えた。プリズムの周期を  $P_1$ 、表示装置の画素周期を  $P_2$  とすると、モアレ縞の周期  $P$  は

$$P = 1 / (1 / P_1 - 1 / P_2) \quad (3)$$

で表される。このモアレ縞の周期  $P$  を、表示装置の画素ピッチ  $P_2$  より小さくすることができれば、モアレ縞の問題を解消することができる。すなわち、

$$P_2 > 1 / (1 / P_1 - 1 / P_2) \quad (4)$$

が満足されればよい。これより、 $P_1 < P_2 / 2$  という関係が導き出せるので、プリズムのピッチは表示装置の 1 画素の  $1 / 2$  より小さくすることでモアレ縞を目立たなくすることができるはずである。そこで、本願発明者らは、ピッチが異なるプリズムを種々作製し、目視による主観評価を行った。その結果、プリズムの周期  $P_1$  を  $P_2 / 2$  より小さくするとモアレ縞が観察されなくなることを確認した。

## 【 0 0 7 1 】

また、一方で、ピッチが非常に小さいと、プリズムから回折光が生じるとともに、加工精度が悪化して透明であるべきプリズムに散乱が生じ、表示の視認性が著しく低下することが分かった。すなわち、プリズムのピッチは  $5 \mu\text{m}$  以上でなければならず、先の条件と合わせて考えると、結局プリズムピッチは、より好ましくは  $5 \mu\text{m}$  以上で、かつ、表示装置の 1 画素の  $1 / 2$  より小さい範囲であることが望ましい。

## 【 0 0 7 2 】

また、周期の向きに関しては、カラーフィルターの配列とプリズムの向きをび

ったり揃えるよりも、図 1 1 に示すように、お互いを少し斜めにしてずらした方がモアレ縞が消失することが分かった。そこで、発明者らは、カラーフィルターを表示部に対して 2 5 度斜めに印刷したカラーフィルターを用いるとともに、これに合わせて対向基板側のスイッチング素子を形成し、表示を行った。その結果、モアレ縞の無い良好な表示を行うことが出来た。なお、プリズムシートにおいてプリズムが並んでいる方向と表示面内における画素パターンの繰り返しの方向とは十分に斜めになるように形成されていればよく、発明者らの検討によれば、両者の成す角度が 5 度から 8 5 度程度であることが好ましい。

## 【 0 0 7 3 】

## (実施形態 2)

次に、図 1 2 を参照しながら、本発明の第 2 の実施形態における反射型表示装置を説明する。本発明によるプリズムアレイは、導光性の透明基材を材料として用い、プリズムの傾斜角を調整することによって、フロントライトの導光板としての機能を兼ね備えることができる。実施形態 2 においては、図 1 2 に示すように、導光体を兼ねるプリズムアレイ 1 4 の側方に冷陰極間で形成された光源 5 1 と、光源 5 1 から発する光を導光板の方向に反射させる反射体 5 2 が配置され、ここが光の導入部となる。本実施形態では、プリズムアレイ 1 4 を、表示面に対する傾斜角  $\alpha$  が 7 度である傾斜面と、表示面に対して 4 0 度の角度をなすもう一方の傾斜面との繰り返しによって形成し、プリズムピッチを  $30 \mu\text{m}$  とした。さらに、図 1 2 に示すように、傾斜角 7 度の傾斜面の面積をもう一方の傾斜面の面積よりも広くした。

## 【 0 0 7 4 】

このような反射型表示装置では、側方からプリズムアレイ 1 4 に入射した光線は、表示面に対して 4 0 度傾いている傾斜面で全反射されて表示装置に入射し、表示装置内の反射手段で反射されてから、面積が広い傾斜角 7 度の傾斜面から出射する。これにより、明るい表示を提供することができる。

## 【 0 0 7 5 】

## (実施形態 3)

実施形態 1 では、プリズムアレイ 1 4 の表面が空気と接し、表面形状が鋸刃状

に凹凸が形成されているものについて記載したが、このままでは表面が傷つき易く、かつ汚れ易いため、プリズムアレイ 14 の劣化が著しい。そこで、本実施形態では、プリズムアレイ 14 の凹凸表面を保護するために表面を透明基材で平坦化している。

## 【0076】

プリズムアレイ 14 の表面を埋める透明基材 61 は、プリズムアレイ 14 の基材とは異なる屈折率を有する透明基材が適当であり、その屈折率はプリズム基材 14 の屈折率  $n_1$  より大きくても、小さくてもよい。ただし、この場合も照明から表示装置に入射した光線が再度観察者側へ出射し得るように、プリズムアレイ 14 の配置向き、屈折率  $n_1$ 、傾斜角  $\alpha$ 、および平坦化する透明基材 61 の屈折率  $n_2$  が選択されなければならない。

## 【0077】

ここで、プリズムアレイ 14 として用いられる透明基材の屈折率  $n_1$ 、傾斜角  $\alpha$ 、および平坦化する透明基材 61 の屈折率  $n_2$  に課せられる条件を、先の議論と同様に、観察者方向（表示装置の法線方向）から光線を入射させる場合を例として考える。表示装置に入射した光線は、平坦化基材 61 を直進し、平坦化基材 61 とプリズムアレイ 14 との屈折率界面において、プリズム 14 の傾斜角  $\alpha$  と屈折率  $n_1$ 、および平坦化基材 61 の屈折率  $n_2$  によって決定される角度の方向へ屈折されて表示装置内に入射する。表示装置内に入射した光線は、表示装置内で反射・散乱されるが、主光線はその正反射方向に向きを変えて再度プリズムアレイ 14 の傾斜面に到達する。

## 【0078】

このとき図 13 (a) に示すように、平坦化する基材 61 の屈折率  $n_2$  が空気 ( $n=1.0$ ) より大きく、プリズムアレイ 14 の屈折率  $n_1$  より小さい場合 ( $1.0 < n_2 < n_1$ ) には、主光線がプリズムアレイ 14 の傾斜面に達する角度  $\phi = 2\alpha - \arcsin(\sin\alpha \cdot n_2 / n_1)$  がプリズムアレイ 14 と平坦化基材 61 との界面における全反射角  $\arcsin(n_2 / n_1)$  より小さく、かつ外部へ出射する際に空気界面に達する角度  $\eta = \arcsin[(n_1/n_2) \cdot \sin\{2\alpha - \arcsin(\sin\alpha \cdot n_2 / n_1)\}] - \alpha$  が平坦化基材 61 と空気との界面における全反射角  $\arcsin(1/n_2)$  より小さ

くなければ、主光線は再度観察者側へ出射されないことになる。すなわち、

$$2\alpha - \arcsin(\sin\alpha \cdot n_2/n_1) < \arcsin(n_2/n_1) \quad (5)$$

$$\arcsin[(n_1/n_2) \cdot \sin\{2\alpha - \arcsin(\sin\alpha \cdot n_2/n_1)\}] - \alpha < \arcsin(1/n_2) \quad (6)$$

の両方を満たすことがプリズムアレイ14の形状および基材の屈折率に必要なとされる条件となる。一例として、プリズムアレイ14の基材として帝人製のPEN ( $n_1 = 1.66$ )、傾斜角 $\alpha = 30$ 度、平坦化基材61として旭硝子製のサイトップ ( $n_2 = 1.34$ ) を用いてプリズムアレイを作製し、これを用いて室内で表示を行ったところ、明度の高い良好な表示が得られた。

#### 【0079】

これに対して、図13(b)に示すように、平坦化する基材61の屈折率 $n_2$ がプリズムアレイ14となる透明基材の屈折率 $n_1$ より大きい場合 ( $1.0 \leq n_1 < n_2$ ) には、入射光がプリズムアレイ14の傾斜面に達する角度 $\phi$ は $\alpha$ であるが、これがプリズムアレイ14と平坦化基材61との界面における全反射角 $\arcsin(n_1/n_2)$ より小さく、かつ主光線が外部へ出射する際に平坦化基材61と空気との界面に達する角度 $\eta = \alpha - \arcsin[(n_1/n_2) \cdot \sin\{2\alpha - \arcsin((n_2/n_1) \cdot \sin\alpha)\}] < \arcsin(1/n_2)$ が、平坦化基材61と空気との界面における全反射角 $\arcsin(1/n_2)$ より小さければ、主光線は再度観察者側へ出射されることになる。すなわち、

$$\alpha < \arcsin(n_1/n_2) \quad (7)$$

$$\alpha - \arcsin[(n_1/n_2) \cdot \sin\{2\alpha - \arcsin((n_2/n_1) \cdot \sin\alpha)\}] < \arcsin(1/n_2) \quad (8)$$

の両方を満たすことがプリズムアレイ14の形状および基材の屈折率に必要なとされる条件となる。この場合、プリズムアレイ14の材質は固体でなくとも良く、空気や水、液晶などでも良い。一例として、プリズムアレイ14の基材として空気 ( $n_1 = 1.00$ )、傾斜角 $\alpha = 20$ 度、平坦化基材61としてアクリル樹脂 ( $n_2 = 1.49$ ) を用いてプリズムアレイを作製し、これを用いて室内で表示を行ったところ、明度の高い良好な表示が得られた。

#### 【0080】

もし、それぞれの場合において、いずれか一つの臨界角条件でも満たされない場合は、入射光はプリズム界面で全反射されて観察者側に戻ることができず、表示が暗くなってしまう。

#### 【0081】

本実施形態のように、プリズムアレイの表面を透明な基材で平坦化することによって、明度向上の効果はそのままに、プリズム表面が傷が付き難く、かつ汚れ難くなるという効果が認められ、より実用性の高いプリズムアレイを作製することができた。

#### 【0082】

なお、図13(b)に示すように、平坦化する基材61の屈折率 $n_2$ がプリズムアレイ14となる透明基材の屈折率 $n_1$ より大きい場合(1.  $0 \leq n_1 < n_2$ )には、出射光は傾斜面が向いている方向に出射する。このことから、観察者方向(表示装置の法線方向)に光を出射させるためには、傾斜角 $\alpha$ で規定される傾斜面が光源側を向くようにプリズムアレイ14を配置する必要があることがわかる。

#### 【0083】

さらに、上述したようにして平坦化したプリズムアレイ14上にさらにARコート(反射防止コート)を施すことによって、表面反射を低減することができ、その結果、視認性の高い表示を得ることができた。

#### 【0084】

##### (実施形態4)

図14を参照しながら本発明の第4の実施形態における反射型表示装置を説明する。図14は、本実施形態における反射型表示装置1の概略構成を示す断面図である。図14に示すように、本実施形態では、透明基材61によって平坦化されたプリズムアレイ14は、観察者側基板3の観察者側ではなく、観察者側の基板3と液晶層2との間に設けられている。反射型表示装置に入射した光線は、偏光板13、位相差板12、観察者側基板3を通過して透明基材61と観察者側基板3との界面に達し、ここで方向を曲げられてプリズムアレイ14に入射し、さらに方向を曲げられて液晶層2に入射する。反射電極9によって反射された光線

は、再び液晶層 2 を通過し、プリズムアレイ 1 4 に達する。ここで光線は観察者方向、すなわち表示装置の法線方向に進行方向を曲げられて、表示装置の観察者側に出射される。このとき、偏光板および位相差板は入射光がこれらを通じた後に円偏光となるように配置した。このような構成にすることによって、位相差板、ガラス基板、プリズムおよび液晶層界面で起こる各界面反射が再度観察者側に出射するのを防ぐことができ、表示の視認性が向上した。

## 【 0 0 8 5 】

なお、本実施形態では、プリズムアレイ 1 4 の基材としてPEN ( $n_1 = 1.66$ ) を、平坦化基材 6 1 としてサイトップ ( $n_2 = 1.34$ ) を用い、プリズム面の傾斜角  $\alpha$  を 25 度、ピッチを約  $50 \mu m$  とした。このような反射型表示装置により表示を行うと、表示の視差が改善され、明度が高く、かつ視差の無い良好な表示が得られた。

## 【 0 0 8 6 】

実施形態 3 および 4 においては、プリズムアレイ 1 4 の凹凸表面を平坦化するという方法でプリズムアレイ 1 4 の表面の保護を図ったが、その他の方法によっても上記目的を達成することができる。例えばプリズムアレイ 1 4 の表面に AR 処理された保護シートを貼付する方法が最も簡便である。このとき、プリズムアレイ 1 4 が空気と界面を接する場合には、保護シートとプリズムアレイの間に介在する空気の層を潰さないように貼付しなければならない。また、この保護シートの表面に AR 処理をすることで、表示面からの反射が抑えられ、より見易い表示が実現できた。あるいは、プリズムアレイ表面の保護は、また、プリズム表面にハードコートを施すという手段でも構わないし、タッチパネルを配置しても良い。

## 【 0 0 8 7 】

## (実施形態 5)

直視型の反射型表示装置では、表示装置のいずれかの個所に散乱手段を具備している。上記実施形態 1 から 4 では、散乱手段を凹凸形状を有する反射電極によって実現する例を説明しているが、散乱手段はこれに限定されるわけではない。例えば、透過 - 散乱を変調する高分子分散型液晶層で散乱手段を実現してもよく



、あるいは屈折率の異なる2種類以上の材質から構成される散乱フィルムで実現してもよい。

【0088】

本実施形態においては、散乱手段を液晶・高分子分散型液晶層によって実現している。図15を参照しながら、本実施形態を説明する。

【0089】

本実施形態における反射型表示装置は、プリズムアレイ14の面のうち、表示面に対してほぼ直角を成す面に吸収層31を設けている点、液晶層2の代わりに液晶・高分子分散型液晶層81を用いている点、および樹脂層8が凹凸形状を有してない点を除いては、図1に示す反射型表示装置とほぼ同様に構成されている。

【0090】

本実施形態では、液晶・高分子複合散乱変調層81を以下のようにして作製した。まず、誘電異方性が正の液晶と重合開始剤2%を含む光重合性材料を80:20の割合で混合し、相溶させた。光重合性材料は室温で等方相を示すものを使用した。液晶と光重合性材料の混合物も室温で等方状態を示した。

【0091】

次に、混合物を2枚の基板3、4の間に注入し、室温でUV等の光照射を行なって光重合性材料を重合し、液晶相と高分子相とを相分離させた。UV照射は約10mW/cm<sup>2</sup>(365nm)のUVを表示エリア内で照度分布が5%以内となるように調整して1分間行なった。素子は相分離と同時に散乱状態となった。

【0092】

液晶・高分子複合散乱変調層81としては、高分子分散型液晶、ネマティック-コレステリック相転移型液晶、液晶ゲル等のいずれを用いてもよい。さらに、液晶層が透過状態と、少なくとも散乱作用が含まれる状態との間で変調されるモード、具体的には、例えば、液晶分子のドメインサイズを制御して拡散性を付与した透過-反射状態でスイッチングするコレステリック液晶、拡散光による露光により拡散性を付与した透過-反射状態でスイッチングするホログラフィック機能を有する高分子分散型液晶のいずれを用いてもよい。該高分子分散型液晶は、低

分子液晶組成物と未重合プレポリマーの混合物を相溶させて基板間に配置し、プレポリマーを重合することにより得られるものである。プレポリマーを重合することにより得られるものであれば、これは、その種類は特に限定されるものではない。例えば、液晶性を示す紫外線硬化性プレポリマーと液晶組成物との混合物を紫外線等の活性光線の照射により光硬化させることにより得られる硬化物（紫外線硬化液晶）を用いても良い。

## 【0093】

こうして作製した散乱－透過切り換え型の高分子分散型液晶を液晶層として用い、この液晶層の背面に鏡面状の反射電極9を配置した。そして、このような表示装置の観察者側基板3の上に直角面に吸収層31を形成したプリズムアレイを配置して表示を行った。その他のプリズムアレイの設定は実施形態1と同様とした。すなわち、基材としてアクリル樹脂（ $n_1 = 1.492$ ）を用い、表示面に対して所定角 $\alpha = 25$ 度傾いた面と、表示面に対して直角であるように形成したもう一方の面とが交互に繰り返された鋸刃形状とした。プリズムは空気（ $n = 1.0$ ）と界面を接する傾斜面を有している。プリズムのピッチは $50\mu\text{m}$ とした。その結果、明度の高い表示を行うことが出来た。

## 【0094】

## （実施形態6）

図16に本発明の第6の実施形態における反射型表示装置の概略構成を示す。本実施形態における反射型表示装置は、反射電極9および樹脂層8を実質的に平面状とし、その代わりに観察者側基板3の観察者側表面、すなわち液晶層2とは反対側に散乱フィルム71を配置している点と反射電極がフラットに形成されている点とを除いて、実施形態1と同様の構成を有する。散乱フィルムとしては、屈折率の異なる2種類の材質、例えばスピノーダル分解構造を有するように構造制御されたポリメタクリル酸メチルとスチレン－アクリロニトリル共重合体のブレンド物や、ポリメタクリル酸メチルのマトリクス中にポリスチレンの球状粒子を分散させたフィルムを用いることができる。

## 【0095】

この反射型表示装置についても、実施形態1と同様に表示を行った結果、良好

な表示を得ることができた。

【0096】

(実施形態7)

本実施形態の反射型表示装置は、プリズムアレイ14として、屈折率が可変である材料から形成したプリズムアレイを用いている点を除いては、実施形態1と同様である。したがって、構成の詳細な説明は省略する。

【0097】

具体的には、プリズムアレイ14の中を電氣的に屈折率が変調できる物質（例えば液晶）で満たし、電氣的に屈折率を変調できるようなプリズムアレイを作製した。このような屈折率可変のプリズムアレイ14を用いると、屈折率が電氣的に変調されると共に、入射した光線の出射角度を変調することができる。つまり、このプリズムアレイ14を反射型表示装置の上面に配置することによって、場合に応じて表示装置が照明を見込む角度も変調することが可能となるので、表示装置の明度を照明環境に合わせて調整することができる。

【0098】

【発明の効果】

本発明の反射型表示装置によれば、プリズムアレイを反射型表示装置の観察者側に配置して、表示装置に入射した光を通常観察者が位置する表示装置の法線方向に出射させる。これにより、室内外を問わず、実際の使用環境下において視認性が高く、かつ高明亮な直視型の反射型表示装置を得ることが出来る。また、視認性が高く、明るい反射型表示装置を生産性が高い簡易な方法で製造することができる。さらに、表示装置の画素ピッチ等を考慮してプリズムのピッチを適切に設定することにより、モアレの無い視認性の高い表示を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態における反射型表示装置の概略構成を示す図である。

【図2】

本発明の実施形態の表示装置に用いられるプリズムアレイの傾斜面について、(a)適当な条件と、(b)不適当な条件とを示す図である。

【図 3】

プリズムアレイ 14 の傾斜面に対して略垂直な方位に光源が位置する場合における主光線および正反射の関係を示す図である。

【図 4】

本発明の反射型表示装置を、(a)ノートパソコン用モニターとして用いる場合と、(b)情報携帯端末の表示パネルとして用いる場合を模式的に表した図である。

【図 5】

本発明の第 1 の実施形態において、表示装置の外部に配置した照明からの光を用いて表示を行った様子を表す図である。

【図 6】

本発明の反射型表示装置において、表示面内でプリズムアレイの傾斜角度を変化させた場合を表す図である。

【図 7】

プリズムアレイの傾斜面の形状例を示す図である。

【図 8】

傾斜面の法線方向を複数にしたプリズムアレイの構成例を示す図である。

【図 9】

傾斜面の法線方向を複数にしたプリズムアレイの構成例を示す図である。

【図 10】

プリズムアレイの傾斜角  $\alpha$  を有する傾斜面とは異なる面に (a) 処理をしない場合、(b) 吸収層を設けた場合、および (c) 反射層を設けた場合の主光線の光路を示す図である。

【図 11】

プリズムアレイにおけるプリズムの配列方向と、表示装置の画素配列方向との関係を示す図である。

【図 12】

本発明の第 2 の実施形態における反射型表示装置の概略構成を示す断面図である。

【図 1 3】

本発明の第 3 の実施形態において、プリズムアレイの表面を平坦化した場合の作用を示す図である。

【図 1 4】

本発明の第 4 の実施形態における反射型表示装置の概略構成を示す断面図である。

【図 1 5】

本発明の第 5 の実施形態における反射型表示装置の概略構成を示す断面図である。

【図 1 6】

本発明の第 6 の実施形態における反射型表示装置の概略構成を示す断面図である。

【図 1 7】

従来技術による反射型表示装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 反射型表示装置
- 2 液晶層
- 3、4 基板
- 6 透明電極
- 7、10 配向膜
- 8 樹脂層
- 9 反射電極
- 11 アクティブ素子
- 12 位相差板
- 13 偏光板
- 14 プリズムアレイ
- 20 携帯情報端末
- 21 情報端末表示部
- 22 情報端末入力部

2 3 外部照明

2 5、5 2 光源

3 1 吸収層

3 2 反射層

5 1 反射体

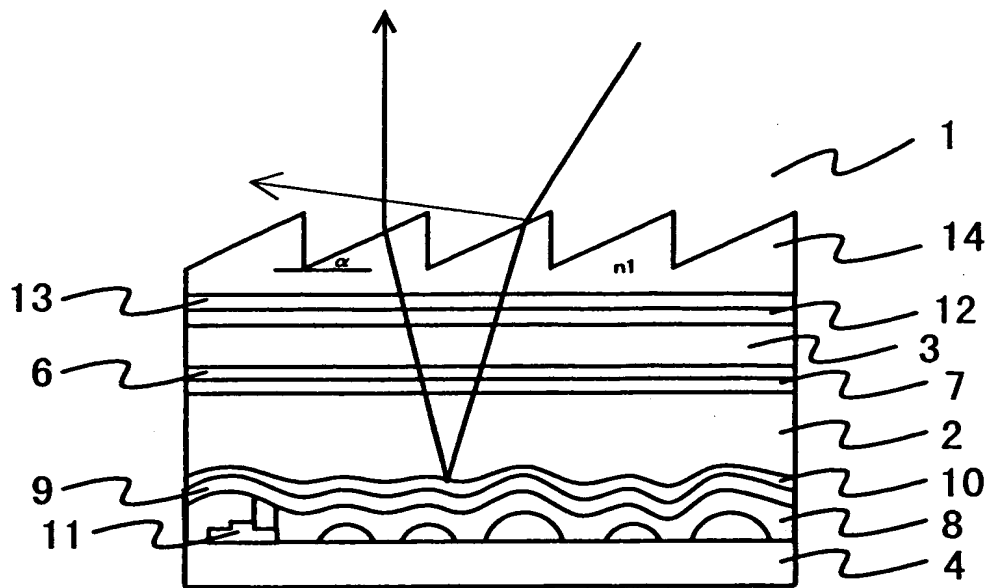
6 1 透明基材

7 1 散乱フィルム

8 1 液晶・高分子散乱変調層

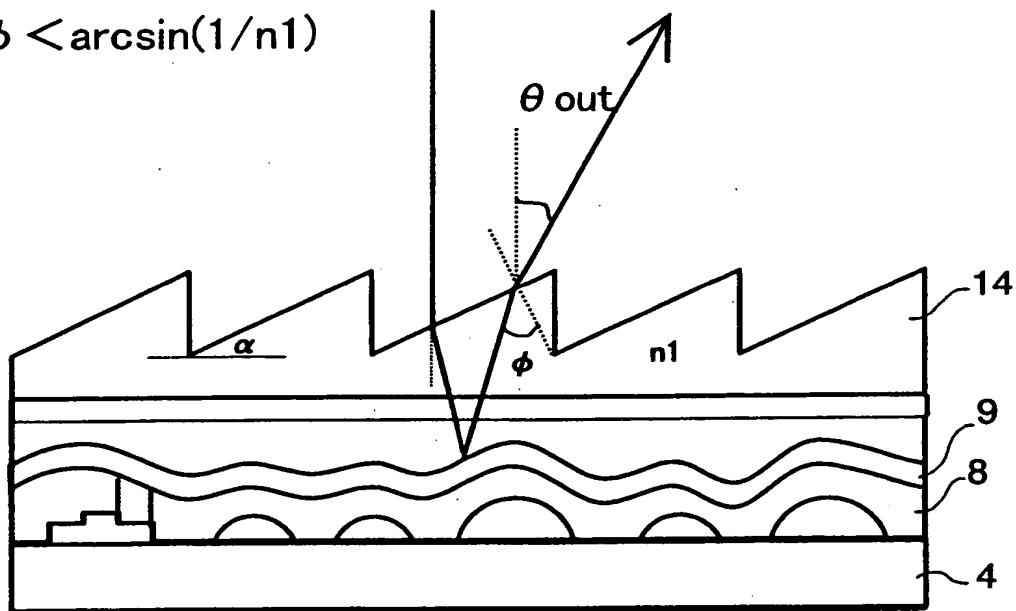
【書類名】 図面

【図 1】

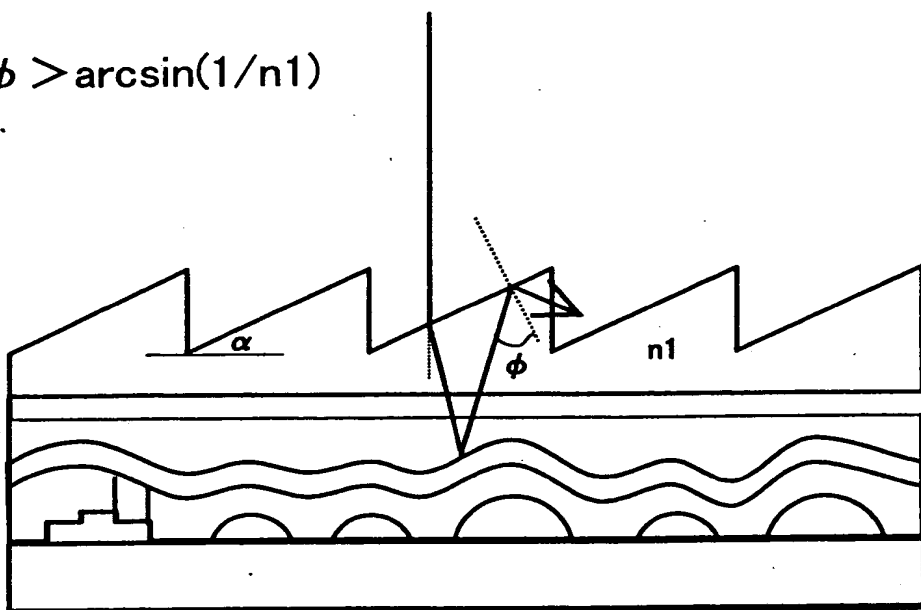


【図2】

(a)  $\phi < \arcsin(1/n_1)$

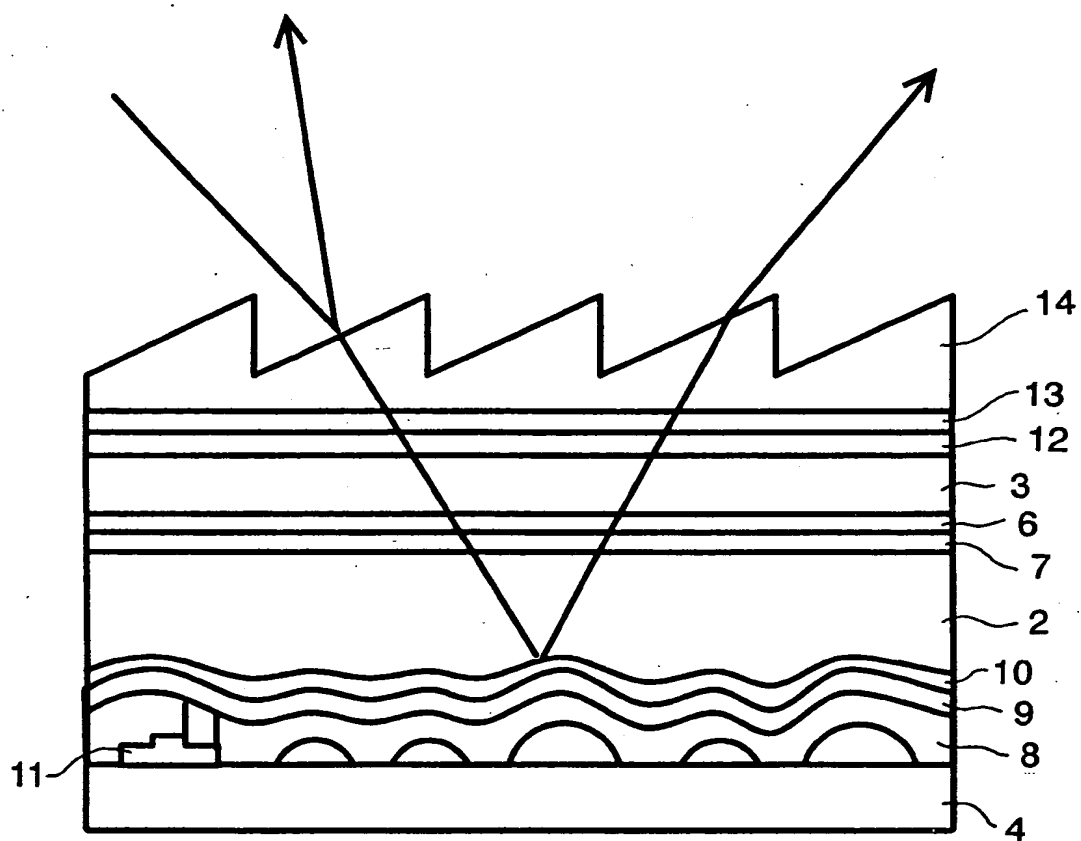


(b)  $\phi > \arcsin(1/n_1)$

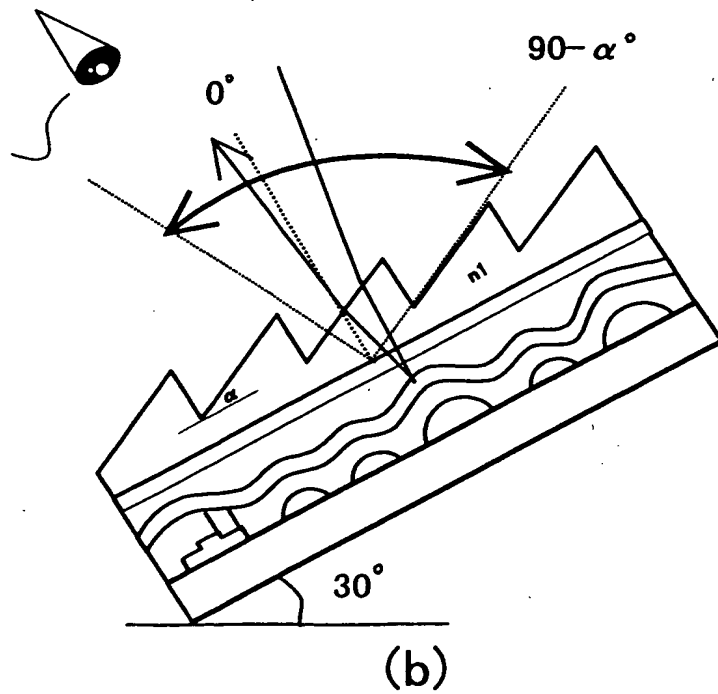
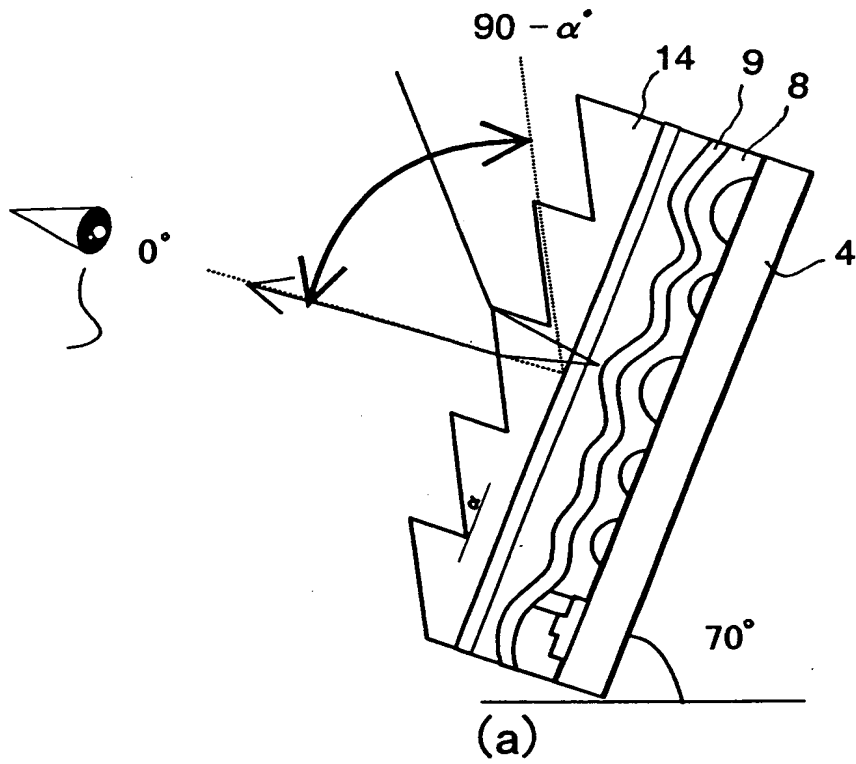




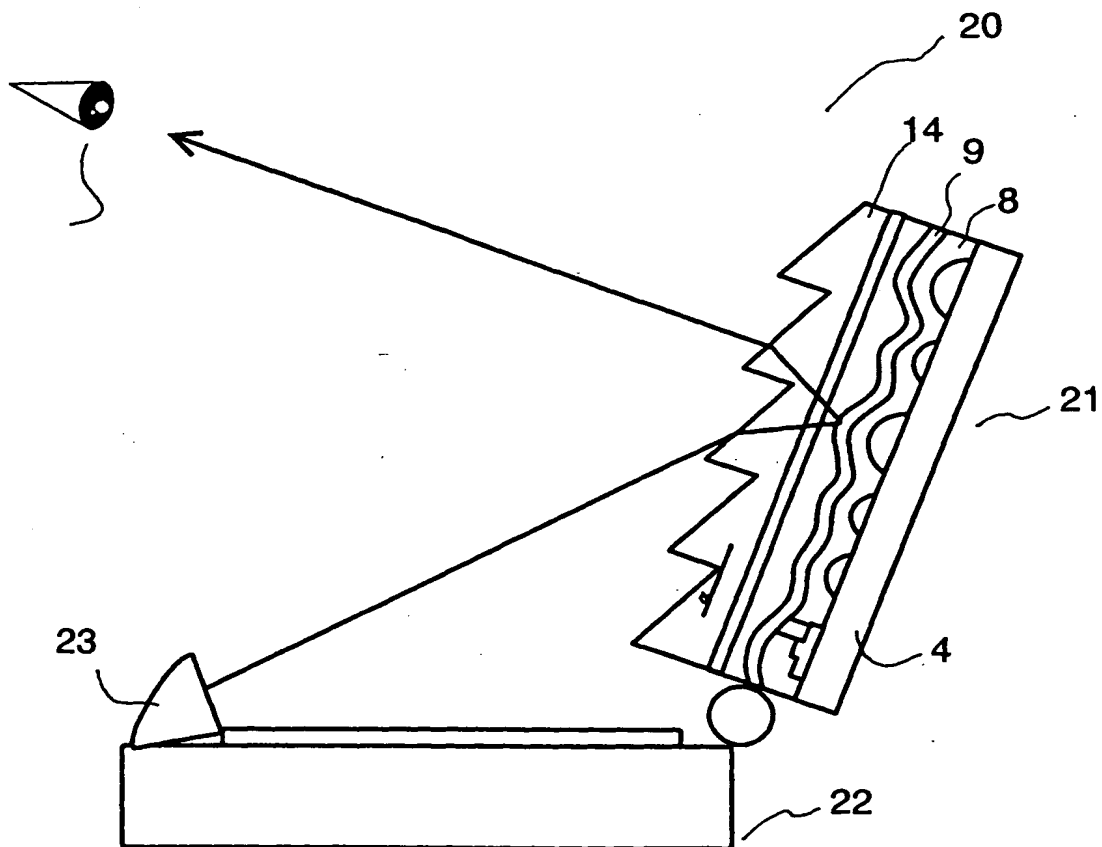
【図3】



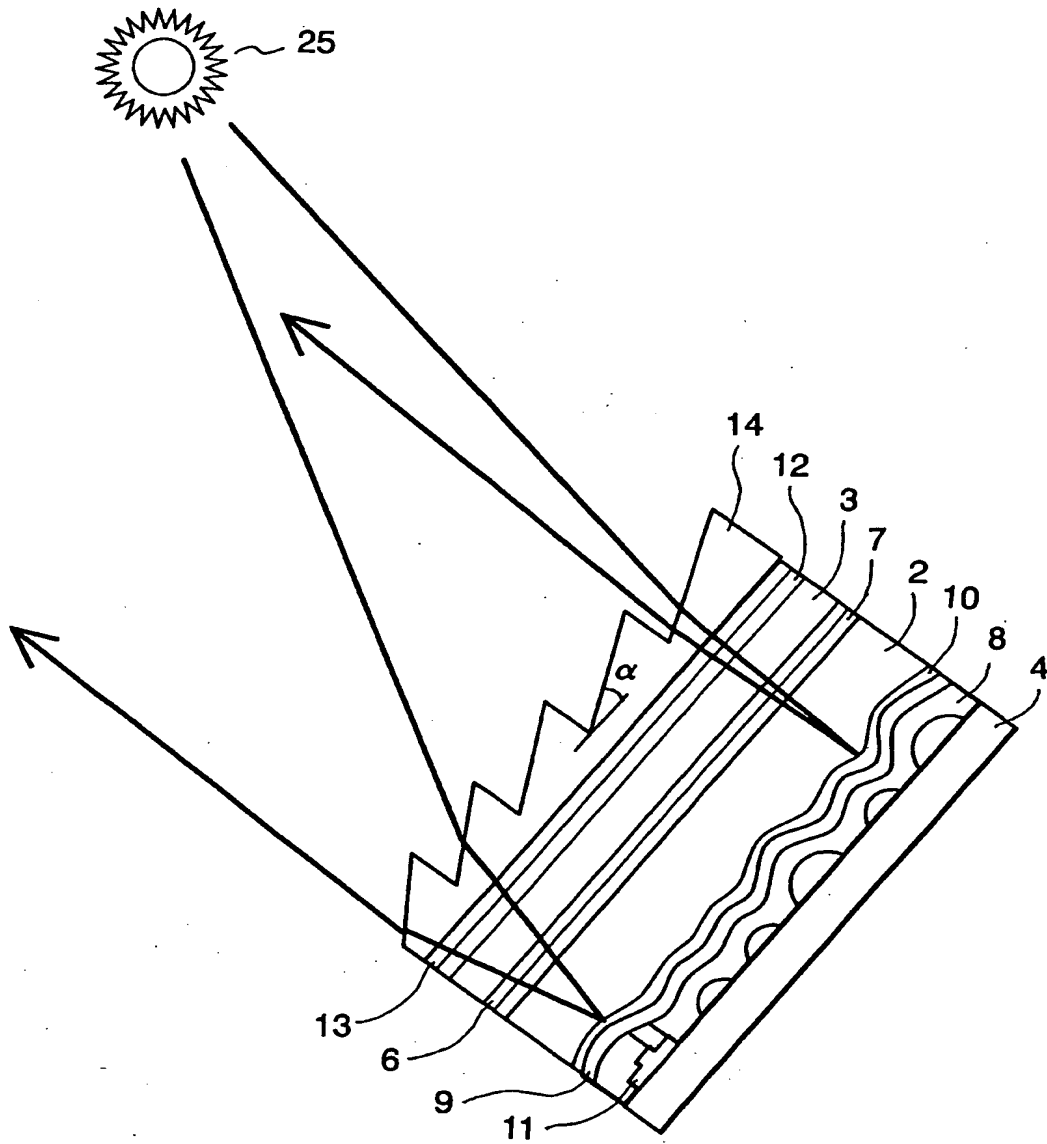
【図4】



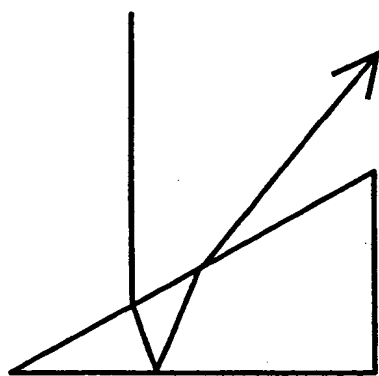
【図5】



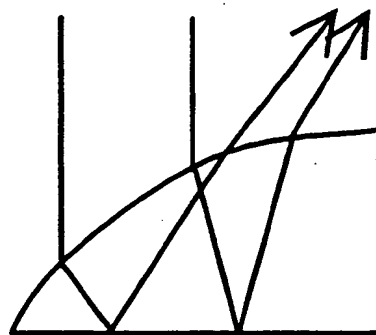
【図 6】



【図 7】



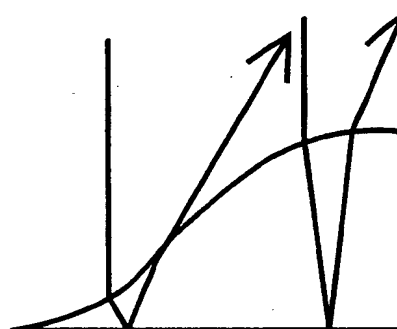
(a)



(b)



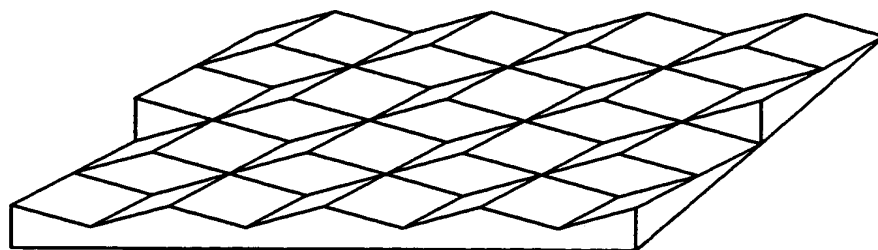
(c)



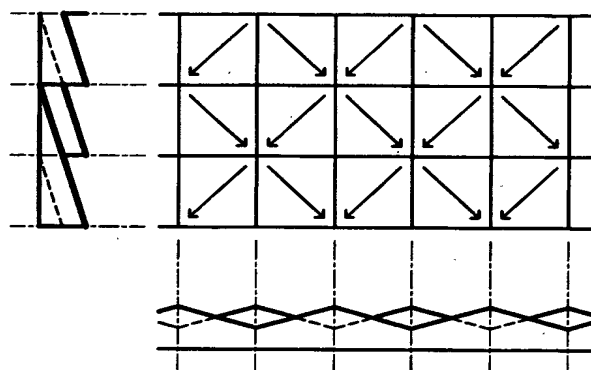
(d)

【図 8】

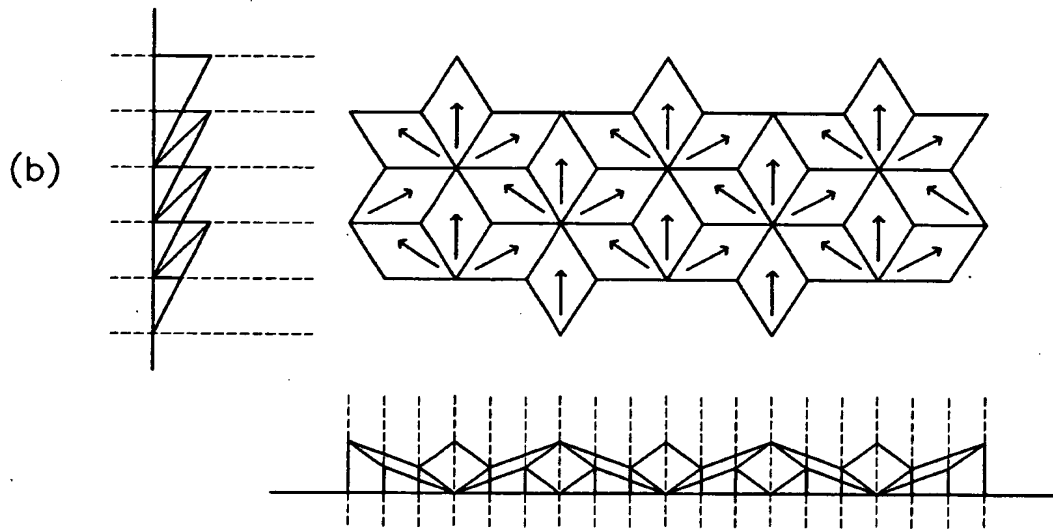
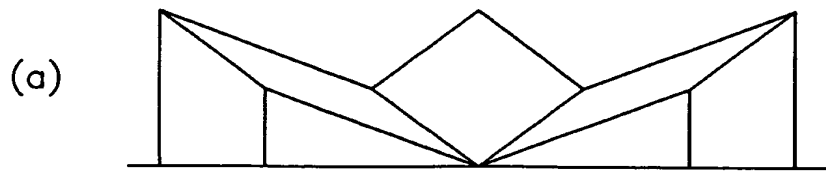
(a)



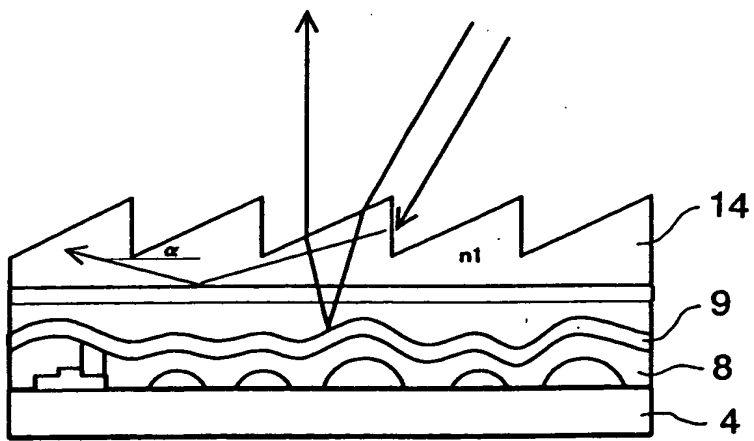
(b)



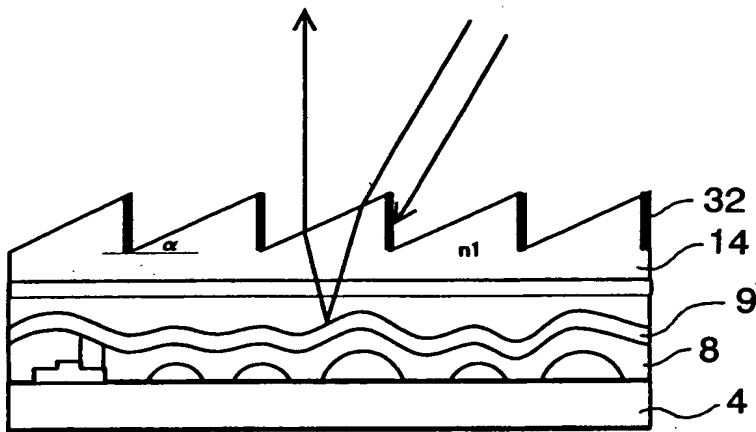
【图 9】



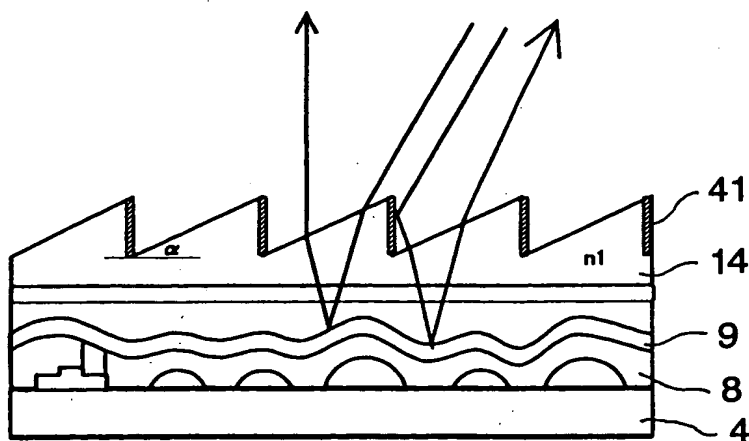
【図 1 0】



(a)



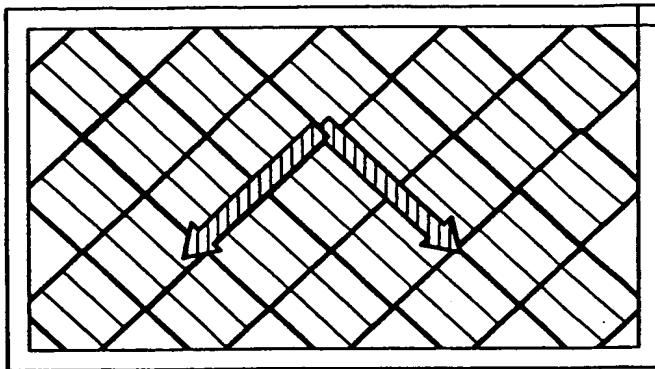
(b)



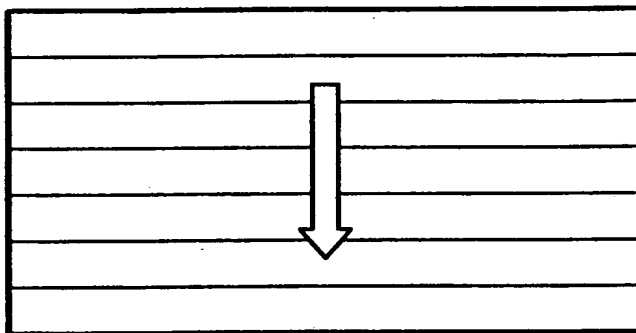
(c)



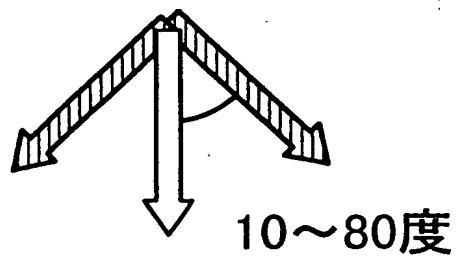
【図11】



表示装置画素の  
周期方向

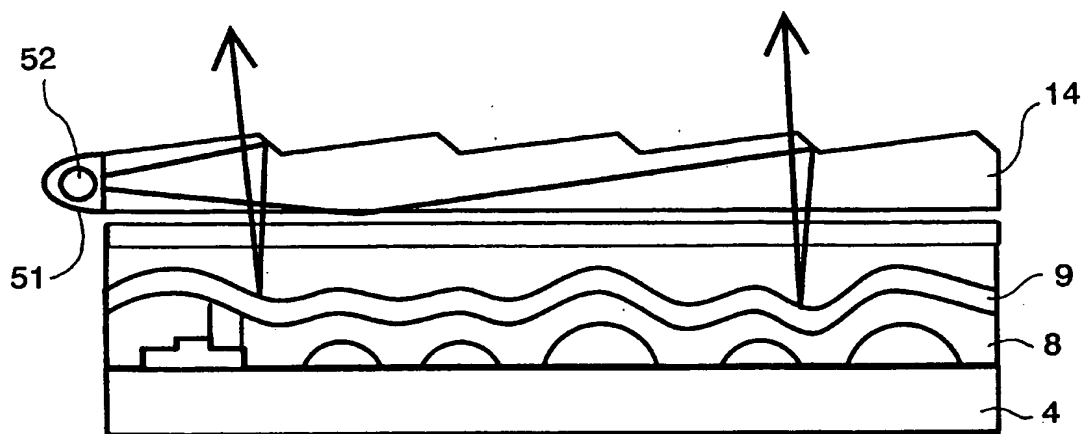


プリズムの  
周期方向

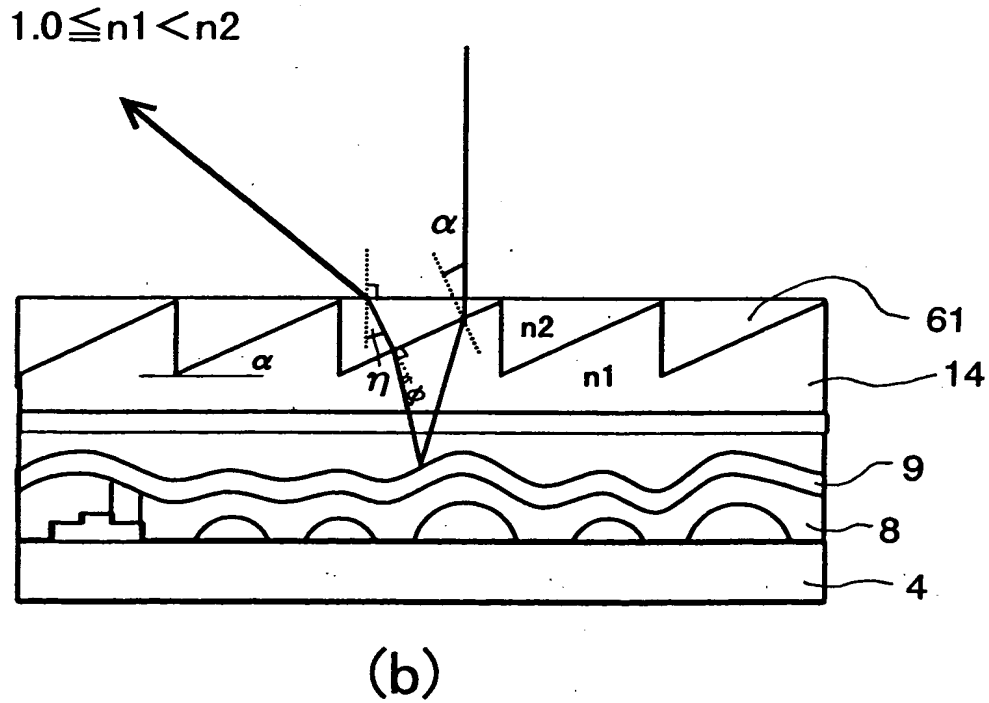
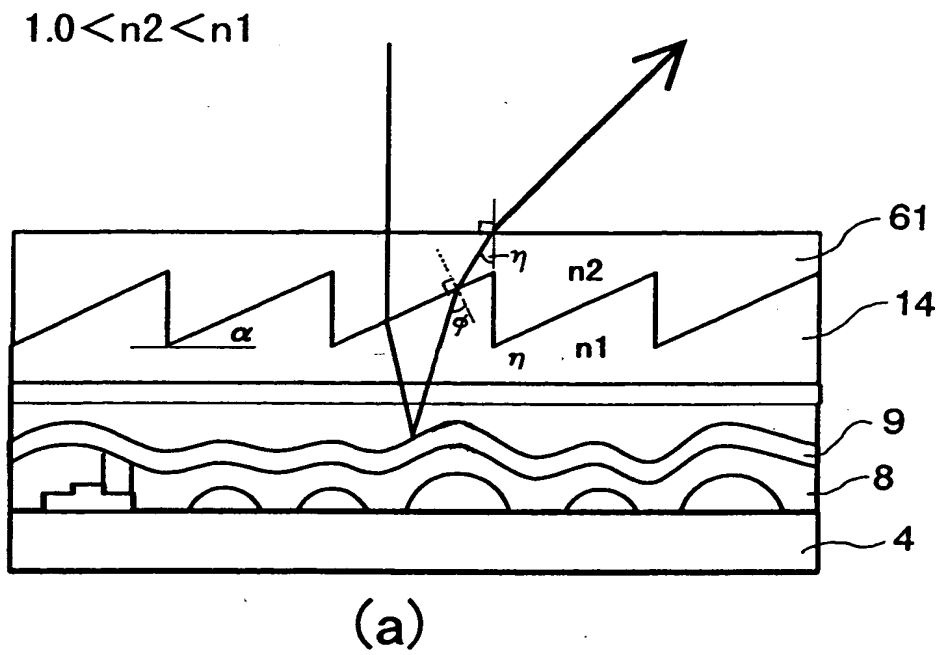


10~80度

【図 1 2】

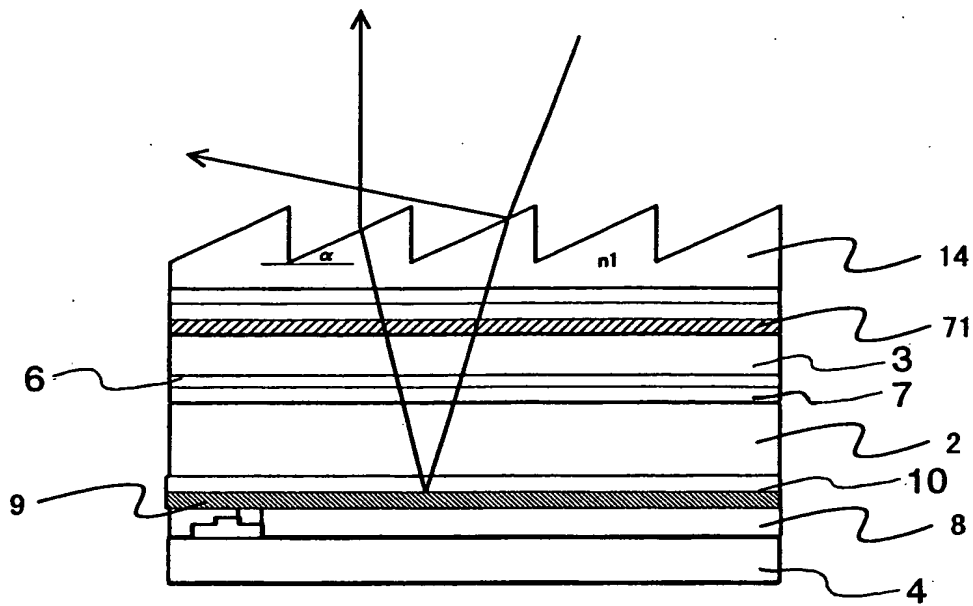


【図 13】

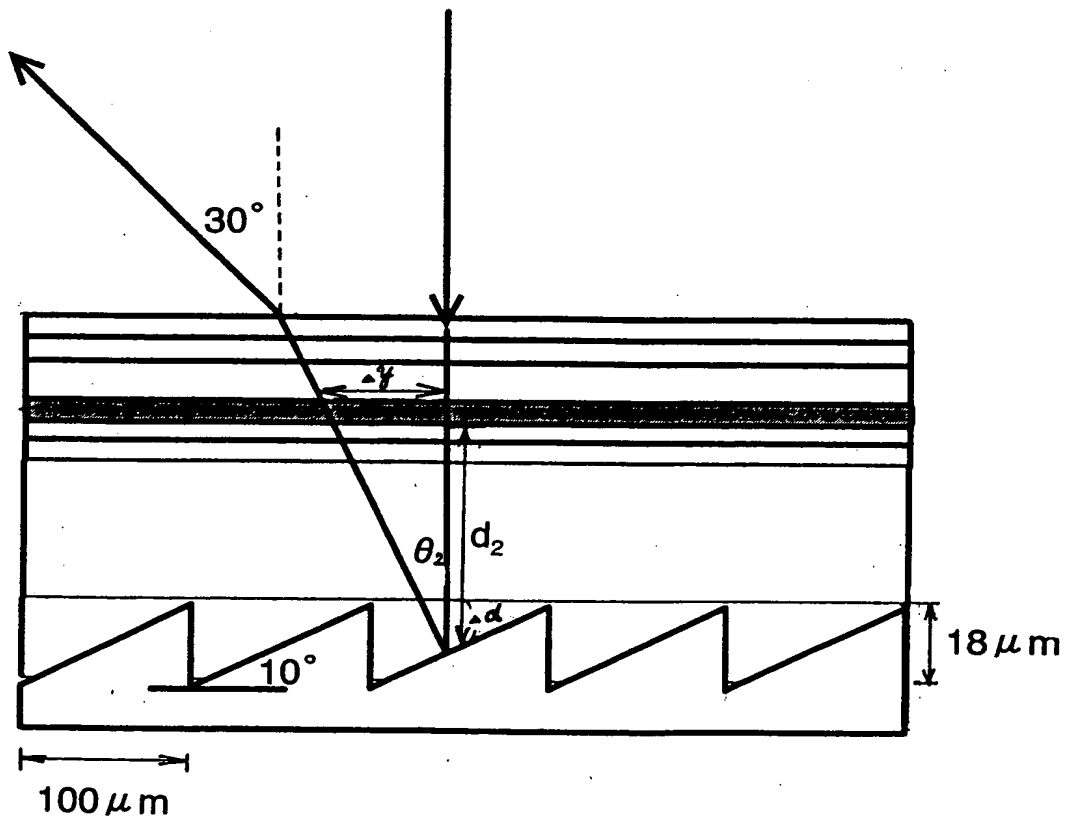




【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 表示装置の法線方向における表示輝度を向上させる。

【解決手段】 表示面に対して所定の角度 $\alpha$ 傾いている傾斜面を有するプリズムアレイ 1 4 を表示層の観察者側に配置する。プリズムアレイ 1 4 が空気と直接接するように配置される場合には、プリズムアレイ 1 4 は、表示装置に入射して表示装置内部の反射電極 9 で反射された表示に係る光が、通常観察者が位置している表示装置のほぼ正面方向に出射されるように、その配置の向き、屈折率、傾斜角 $\alpha$ が選択されて配置される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

氏 名 シャープ株式会社